

VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

Hornicko-geologická fakulta

Katedra environmentálního inženýrství

**MOŽNOSTI ENERGETICKÉHO VYUŽÍVÁNÍ ODPADŮ
V ČR**

Energy recovery from waste in Czech republic

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor:

Nikola Willfahrtová

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Miluše Hlavatá, Ph.D.

Most 2019

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Katedra environmentálního inženýrství

Zadání bakalářské práce

Student: **Nikola Willfahrtová**
Studijní program: B2102 Nerostné suroviny
Studijní obor: 3904R022 Zpracování a zneškodňování odpadů
Téma: **Možnosti energetického využívání odpadů v ČR**
Energy recovery from waste in Czech republic
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Kvalifikační práce bude vypracována v souladu se směrnicí HGF SME_15_001 a osnovou:

1. Úvod a cíl práce
2. Legislativní podmínky pro využívání odpadu jako zdroje energie
3. Srovnání problematiky energetického využívání odpadu v ČR a EU
4. Technologická příprava odpadu pro energetické využívání v ČR
5. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

Státní politika životního prostředí ČR (2012 - 2020) (akt. 2016) [online]. [cit. 2018-09-03]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/statni_politika_zivotniho_prostredi/\\$FILE/SOPSZP-Aktualizace_SPZP_2012-2020-20161123.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/statni_politika_zivotniho_prostredi/$FILE/SOPSZP-Aktualizace_SPZP_2012-2020-20161123.pdf)
POH ČR a příslušné dokumenty: Plán odpadového hospodářství České republiky pro období 2015 - 2024. [online]. Praha: MŽP ČR [cit. 2018-09-05]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/plan_odpadoveho_hospodarstvi_cr

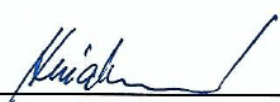
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Miluše Hlavatá, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2018

Datum odevzdání: 30.04.2019




doc. Ing. Silvie Heviánková, Ph.D.
vedoucí katedry


prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

Prohlášení autora bakalářské práce

- Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu. Byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.

- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).

- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.

- Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Mostě dne 30. dubna 2019

Nikola Willfahrtová

podpis autora

Anotace

První kapitola se zabývá legislativními podmínkami pro využívání odpadu jako zdroje energie. Tato část vymezuje právní normy, které jsou důležité v oblasti energetického využívání odpadů. Kapitola třetí řeší srovnání problematiky energetického využívání odpadu v ČR a EU. Technologická příprava odpadu pro energetické využívání v ČR tvoří předposlední kapitolu práce. Tato část zhodnocuje jednotlivá zařízení, která jsou využívána pro získávání energie z odpadu. V závěru je zhodnoceno, zda byly naplněny cíle stanovené v úvodu bakalářské práce.

Klíčová slova

bioplynová stanice, cementárny, energetické využívání odpadů, obnovitelné zdroje energie, odpady, spalovny, tuhá alternativní paliva

Summary

The first chapter deals with the legislative conditions for the use of waste as an energy source. This section defines the legal standards that are important in the field of energy recovery. The third chapter deals with the comparison of the issue of energy recovery of waste in the Czech Republic and the EU. Technological preparation of waste for energy use in the Czech Republic is the penultimate chapter of the work. This section evaluates individual devices that are used to extract energy from waste. In conclusion, it is evaluated whether the objectives set in the introduction to the bachelor thesis were fulfilled.

Kewords

biogas plant, cement plant, energy recovery of waste, renewable energy sources, waste, incinerators, solid alternative fuels

Děkuji paní Ing. Miluši Hlavaté, Ph.D. za profesionální a metodické vedení při zpracování diplomové práce, děkuji za její trpělivost a ochotu.

Obsah

1	ÚVOD A CÍL PRÁCE	7
2	LEGISLATIVNÍ PODMÍNKY PRO VYUŽÍVÁNÍ ODPADU JAKO ZDROJE ENERGIE	9
2.1	LEGISLATIVA PRO ENERGETICKÉ VYUŽITÍ ODPADŮ V ČR.....	9
2.2	LEGISLATIVA PRO ENERGETICKÉ VYUŽITÍ ODPADŮ V EU	12
3	SROVNÁNÍ PROBLEMATIKY ENERGETICKÉHO VYUŽÍVÁNÍ ODPADU V ČR A EU	15
3.1	VÝVOJ PRODUKCE ODPADŮ.....	15
3.2	ZPŮSOBY NAKLÁDÁNÍ S ODPADY	17
3.3	ENERGETICKÉ VYUŽITÍ KOMUNÁLNÍHO ODPADU	20
4	TECHNOLOGICKÁ PŘÍPRAVA ODPADU PRO ENERGETICKÉ VYUŽÍVÁNÍ V ČR	23
4.1	VÝROBNÍ POSTUP TAP	26
4.2	SPALOVNY ODPADU A ZAŘÍZENÍ PRO ENERGETICKÉ VYUŽITÍ ODPADŮ	32
4.3	BIOPLYNOVÉ STANICE.....	34
4.4	CEMENTÁRNY A VÁPENKY	40
5	ZÁVĚR.....	46
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	47
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	52
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	53
	SEZNAM TABULEK	54
	SEZNAM PŘÍLOH	55

1 ÚVOD A CÍL PRÁCE

V bakalářské práci je hlavním tématem energetické využití odpadů především pro výrobu energie. K výběru tématu došlo z důvodu jeho významu pro společnost a jeho zajímavost. Spotřeba fosilních paliv je velmi výrazná a v posledních letech je vyvíjena snaha vedoucí k nalezení alternativních zdrojů energie. Vedle využívání solární, větrné energie nebo energie z biomasy je možným řešením a značně využitelným zdrojem energie odpad. Nejprve je vhodné vysvětlit, co je vlastně odpad a poté, jak je možné jej využívat.

Odpad, v současnosti velmi diskutovaný pojem. Důležité je umět tento proces správně vymezit. Česká legislativa charakterizuje odpad jako movitou věc, které se zbavuje a tato je příslušná do některé ze skupin odpadů, které vymezuje zákon č.185/2001 Sb., o odpadech ve znění pozdějších předpisů, konkrétně jeho příloha č. 1.[1].

Řada teoretiků zakotvuje svoje úvahy o tom, co je odpad v modelu, který uvažuje s tím, že příroda poskytuje člověku materiálno. To člověk využívá kžití. Ty části přírody, které přijdou do kontaktu s člověkem, je možné je vnímat jako hodnotné věci. Ovšem jsou i věci, jež hodnotu nemají nebo jí ztratily a z nich se stává odpad, který sebou přináší mnoho otázek a především problémů.[2]

Lidské potřeby neustále narůstají, roste spotřeba rozličných výrobků a dalších produktů i energii. S tím je spojena zvýšená produkce odpadů. Výrobci, kromě jiného, využívají právě obalů k tomu, aby vzbudili v zákaznících touhu po jejich produktech. Neřeší však otázku eliminace odpadu. Jejich hlavní prioritou by mělo být snižování vzniku odpadů a snižování nebezpečných vlastností odpadů, které poté negativně působí na životní prostředí. Přičemž prevenční opatření vzniku odpadů jsou uvedena v kapitole 3.1 Plánu odpadového hospodářství ČR 2015-2024 [3].

Všichni jsou původcem odpadu od okamžiku, kdy se narodí. Už malé miminko produkuje odpad. Jsou jím např. papírové pleny, přebalovací podložky, výkaly, obaly od plen, od dětských přípravků, atd. Každý jsme ale za svůj odpad zodpovědný! Je prioritou celého odpadového hospodářství předcházet vzniku odpadu nebo alespoň minimalizovat množství vznikajících odpadů. Rovněž je stěžejní řešit otázku nejvhodnějšího zneškodňování vznikajícího odpadu tak, aby byl co nejvíce omezen škodlivý vliv a případně došlo k jeho dalšímu využití. Existuje mnoho způsobů, jak lze naložit

s odpadem. Nejméně vhodným s ohledem na ochranu životního prostředí se jeví skládkování. Výhodnějším způsobem je opětovné materiálové využití [4].

Zdaleka nejvhodnějším způsobem nakládání s odpady je energetické využití odpadů, dále jen EVO. Je to takový způsob, kdy se teplo, které vzniká při spalování, využívá pro potřebu osob, pro okolní zástavbu atd. Zároveň musí být splněna podmínka, že odpady připravené na spalování hoří samy. Není k jejich spalování potřeba podpůrného paliva. Výjimku tvoří palivo, které se používá krátkodobě při samotném zapalování. Zařízení, ve kterých se za uvedených podmínek odpady odstraňují, se nazývají zařízeními pro energetické využívání odpadů, známé pod zkratkou ZEVO [4].

Výhodu a potřebnost EVO, lze spatřit především v tom, že jím budou nahrazeny přírodní zdroje. Dokáže ušetřit velké množství fosilních paliv, zlepšit podmínky životního prostředí, protože sníží množství emisí, které se dostanou do ovzduší. Vyřeší problém s odpady, které jsou obtížně uplatnitelné nebo je nelze dále materiálově využít. Z těchto i dalších důvodů je pro tuto bakalářskou práci je vyzdviženo termické zneškodňování odpadu jako jednoho z progresivních způsobů zpracování.

Cíle bakalářské práce je teoreticky zmapovat problematiku odpadů a jejich zpracování a využívání, především zjistit, jaké jsou možnosti využívání odpadu jako zdroje energie. Práce se zaměřuje na možnosti energetického zpracování odpadů. Dále vyzdvihuje technologii EVO a jejich budoucnost. Zároveň zachycuje stav, ve kterém se nachází ČR z hlediska EVO.

2 LEGISLATIVNÍ PODMÍNKY PRO VYUŽÍVÁNÍ ODPADU JAKO ZDROJE ENERGIE

Následující kapitola vymezuje právní předpisy zpracování odpadu a jeho energetické využití, a to v právních předpisech České republiky uvedených ve Sbírce zákonů a předpisů EU uvedených ve Sbírce mezinárodních smluv, které se daného tématu dotýkají. Zařazení technologie termického zpracování odpadů je vhodné přesně vymezit, zda jde o kategorii energetické využití nebo kategorii odstraňování odpadů. Odvíjí se od toho hodnocení pro povolovací proces technické úrovně určitého technologického způsobu zpracování. Rovněž může být rozdíl v udělení povolení na vývoz či dovoz. Cílem nakládání s odpady je upřednostňované energetické využití před odstraněním. Pojem energetické využití je vnímán pozitivněji než odstraňování.

2.1 LEGISLATIVA PRO ENERGETICKÉ VYUŽITÍ ODPADŮ V ČR

Energetického využití odpadů se v legislativě ČR se týká několik právních předpisů. Nejdůležitějším zákonem z hlediska tématu bakalářské práce je bezpochyby zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů [1].

V prvním postavení se nachází termín – předcházení odpadů. Podrobně je o předcházení odpadů psáno v §10 zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech [1]. Recyklace, tedy materiálové využití je upřednostňováno před energetickým využitím. V poslední řadě je samotné odstraňování odpadu, které je uvedené v příloze č. 4 k zákonu č. 185/2001 Sb., o odpadech [1]. K danému tématu se vztahuje konkrétně bod D10 – způsoby odstraňování odpadů, který znamená spalování na pevnině [2].

Využívání odpadů je konkretizované v zákoně č. 185/2001 Sb., o odpadech v §4 r [1]: „využitím odpadů - činnost, jejímž výsledkem je, že odpad slouží užitečnému účelu tím, že nahradí materiály používané ke konkrétnímu účelu, a to i v zařízení neurčeném k využití odpadů podle § 14 odst. 2, nebo že je k tomuto konkrétnímu účelu upraven; v příloze č. 3 k tomuto zákonu je uveden příkladný výčet způsobů využití odpadů“. [2]

V příloze č. 3 zákona č. 185/2001 Sb., [1]o odpadech v R1 je upřesněné energetické využití odpadu, a to obdobným způsobem jako paliva, případně dalším způsobem, který slouží k výrobě energie.

Technologických postupů spalování odpadů se ze zákona č. 185/2001 Sb. [1] týkají §22 a §23. V § 22 odst. 1 zákona č. 185/2001 Sb. [1] je uvedeno, že ke spalování odpadů může dojít jen při splnění určitých podmínek. Tyto podmínky, emisní limity, emisní stropy, technické podmínky provozu a přípustnou tmavost kouře, určuje zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší [5] a zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií [6]. V zákoně č. 185/2001 Sb.[1] § 22 odstavci 2 se pak píše o technických požadavcích pro nakládání s odpady, které vznikají během spalování NO ve spalovnách. Tyto požadavky stanovuje vyhláškou Ministerstvo životního prostředí. Jedná se o vyhlášku č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady v aktuálním znění [7].

V §23 odstavec 1 zákona 185/2001 Sb., o odpadech [1] je stanoveno, že pokud dochází ve spalovně s vysokým stupněm energetické účinnosti ke spalování odpadu, je možné toto považovat za využití odpadu způsobem jako paliva na výrobu energie (příloha č. 3 zákona 185/2001 Sb.[1]). Samotný vzorec pro výpočet energetické účinnosti lze dohledat v příloze č. 12 zákona č. 185/2001 Sb.[1] a zní takto:

$$\eta = \frac{(E_P - (E_f + E_i))}{(0,97 \times (E_W + E_f))}, \text{ kde:}$$

η – energetická účinnost

E_P – roční množství vyrobené energie ve formě tepla nebo elektřiny,

E_f – roční energetický vstup do systému z paliv přispívajících k výrobě páry,

E_W – roční množství energie obsažené ve zpracovávaných odpadech,

E_i – roční dodaná energie bez E_W a E_f ,

0,97 – činitel energetických ztrát v důsledku vzniklého popela a vyzarování

Jednotkou E_W , E_f a E_i jsou GJ/rok. [1].

Dalším důležitým zákonem v oblasti nakládání s odpady je zákon č. 477/2001 Sb., o obalech [8]. Řeší problematiku obalů a odpadů z obalů. Přenáší odpovědnost za odpady z obalů na výrobce, distributory nebo prodejce obalů.

V zákoně č.165/2012 Sb.,[9] o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů, ve znění účinném k 1. 1. 2019 jsou zpracovány příslušné předpisy EU. Řeší jak podporu elektřiny a tepla z obnovitelných zdrojů, tak obsah Národního akčního

plánu ČR pro energii z obnovitelných zdrojů [10]. Za druhotné zdroje energie jsou v zákoně č. 165/2012 Sb.[9], o podporovaných zdrojích energie považovány takové, u nichž jako vedlejší produkt přeměny vzniká energetický potenciál nebo vzniká při energetickém využívání nebo odstraňování odpadů. V §1 zákona č. 165/2012 Sb. [9] jsou vypsána společná pravidla na podporu elektřiny z obnovitelných zdrojů. V zájmu zlepšení klimatu a celkové ochrany životního prostředí je kladen důraz na zvyšování podílů obnovitelných zdrojů. Těmito zdroji jsou myšleny energie větru, slunečního záření, rovněž geotermální energie. Dále k těmto zdrojům patří energie vody, energie půdy, energie vzduchu, energie biomasy, stejně jako energie skládkového plynu či energie kalového plynu z čistíren odpadních vod a v neposlední řadě i energie bioplynu (BP). Další část zákona je věnována objasnění a vymezení základních pojmů [9].

V hlavě III zákona č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie je řešena podpora elektřiny z obnovitelných zdrojů např. energetickým využitím biologicky rozložitelného komunálního odpadu (BRKO) [9].

Podle rozhodnutí Komise je zpracován Národní akční plán, přispívající k dosahování cílů podílu energie z obnovitelných zdrojů. Plán se vyhodnocuje a minimálně 2x za rok se předkládá vládě ČR V Národním akčním plánu pro energii z obnovitelných zdrojů [10] jsou zpracovány způsoby jak dosáhnout závazných cílů podílu energie z obnovitelných zdrojů a jeho podíl na hrubé spotřebě energie. Vychází se strategie Státní energetické koncepce [11] a zvyšování energetické účinnosti Jejím hlavním smyslem je zajištění spolehlivé a především pro životní prostředí bezpečné dodávky energie pro potřeby ČR. Podle této koncepce je důležité zajištění nepřerušené dodávky energie při krizových situacích [12].

Z vyhlášek, které se vztahují k odpadům je vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady [13]. V této vyhlášce jsou zakotveny žádosti o souhlas k provozování zařízení na využívání, sběru, odstraňování případně výkupu odpadů. Dále se zaměřuje na technické požadavky na zařízení a seznam odpadů, u kterých je provozovatel povinen vést evidenci. V §4 vyhlášky 383/2001 Sb, o podrobnostech nakládání s odpady [13] v odstavci 1 se hovoří o tom, jaké požadavky musí zařízení k využívání, odstraňování, atd. splňovat, ve vztahu k znečišťování okolí, přístupových cest apod. Podmínky jsou sepsány v právních předpisech, z nichž je možné uvést kupříkladu:

- zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů [5]
- zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů [14],
- zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů [15]

Vyhláška 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady [13] dále řeší soustředování odpadů, jejich skladování, technické požadavky na to, jak nakládat s odpady, které vznikly při spalování komunálního odpadu (KO) a nebezpečného odpadu (NO). Zabývá se vedením i ohlašování evidence odpadů. Novelizována byla vyhláškou č. 83/2016 Sb., vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších předpisů [16].

Vyhláška č. 341/2008 Sb. [17], o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady, se zabývá technologiemi na zpracování bioodpadu. Řeší požadavky na bioplynové stanice a další zařízení s procesem anaerobní digesce. V příloze č. 4 k vyhlášce č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady [17] jsou uvedeny údaje, které je nutné uvést při využívání bioplynových stanic. Jedná se např. o specifikaci vstupů a způsob skladování, popis průběhu anaerobní digesce. Přijatá technická a organizační opatření k tomu, aby se zamezilo vzniku emisí pachu. Dále pravidla způsobu manipulace se vzniklým digestátem. Podrobnosti při zpracování plánu vzorkování výstupů, sledované ukazatele výstupů, apod.[17].

Rozhodně nejsou vyjmenovány veškeré předpisy, které se týkají problematiky energetického využití odpadů, ale byly vybrány pouze ty nejdůležitější.

2.2 LEGISLATIVA PRO ENERGETICKÉ VYUŽITÍ ODPADŮ V EU

Rada Evropské unie schválila ve směrnici Evropského parlamentu a Rady (ES), č. 98/2008 ze dne 19. listopadu 2008, o odpadech a o zrušení některých směrnic (Text s významem pro EHP) [18], že prioritou by mělo být předcházení odpadů. Zároveň použití a recyklace, pokud to lze, by měla být upřednostňována před energetickým využitím odpadu. To je patrné i z článku 4 tohoto předpisu [18]. Směrnice by měla upřesňovat, kdy lze považovat způsob energetického využití komunálního odpadu a kdy je to účinné. Při

vydávání povolení spalování je rozhodující, zda energetické využití bude s vysokým energetickým stupněm účinnosti [18].

O provádění této směrnice informují členské státy EU Komisi EU každé tři roky. Ta pak přezkoumává i údaje, které se týkají energetického využívání zdrojů. V případě nutnosti reviduje některá ustanovení.

Významná změna uvedené směrnice nastala v roce 2018. Došlo k vydání Směrnice 2018/851/EU, kterou se mění směrnice 2008/98/ES o odpadech s platností od 4. 7. 2018. [19] Důvodem pro změnu směrnice byla především podpora zlepšení nakládání s odpady v EU, zvýšení energetické účinnosti při energetickém využívání odpadů. Přeměna na udržitelné nakládání s odpady tak, aby bylo možné co nejlépe uchovat a zlepšovat kvalitu životního prostředí. Důležitou roli hrála také ochrana lidského zdraví. Podporuje a ohodnocuje odpad jako zdroj, a tím zajišťuje, aby došlo k přechodu na udržitelný model v rámci nakládání odpadů [19].

Dalším důležitým tématem Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/85 [19] je komunální odpad, který v Unii činí cca 7-10 % z odpadu, který celkově vzniká na území Unie [19].

Právní předpis EU, Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 2150/2002 ze dne 25. listopadu 2002 o statistice odpadů [20], ukládá povinnost shromažďování údajů o odpadech. Údaje jsou srovnatelné pro země EU. Tato data se přenášejí do statistického úřadu EU, tedy do Eurostatu. Jednotná statistika zemí EU umožňuje sledování na následné vyhodnocování celé odpadové politiky.

Vypracování statistik jednotlivých zemí je rozděleno na dvě části [20]:

příloha I uvedeného nařízení řeší vznik odpadů

- vznik odpadů se zabývá odpady domácností a odpady, které vznikají využíváním nebo odstraňováním odpadů;
- vymezuje kategorii odpadů, pro které musí být statistiky vypracovány, charakterizuje kategorie odpadů;
- výsledky se přenášejí do Eurostatu (do 18 měsíců od referenčního roku) [20];
- zajištění kvality a přesnosti získaných údajů

příloha II uvedeného nařízení řeší využití a odstraňování odpadů

- odevzdávání statistik ze všech zařízení, která využívají nebo odstraňují odpad;

- soupis kategorií odpadů, u kterých se zpracovávají statistiky podle jednotlivých činností využívání nebo odstraňování odpadů;
- opět přenos do Eurostatu (do 18 měsíců od referenčního roku) [20];
- zpracování výsledků využívání a odstraňování. Výsledky jsou rozděleny podle kódů z příloh Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/12/ES ze dne 5. dubna 2006 o odpadech [21]. Zahrnuje způsoby, které vedou k energetickému využití – kód R1 a D10 [21].

Jednotlivé země jsou povinné předávat zpracovaná data získaná z průzkumů, odhadů, ze správních nebo jiných zdrojů do 18 měsíců od konce referenčních období. Na základě těchto údajů činí komise úpravy a nezbytná opatření v nařízení.[21]

3 SROVNÁNÍ PROBLEMATIKY ENERGETICKÉHO VYUŽÍVÁNÍ ODPADU V ČR A EU

Pro tuto kapitolu je nutné objasnit základní pojmy energetického využívání odpadů. „*Za odpady, které jsou energeticky využitelné lze považovat ty odpady, které mají dostatečnou výhřevnost*“ [22]. Jinými slovy řečeno mají dostatečný energetický potenciál. Je zřejmé, že i tato definice není jednoznačná, neboť se musí brát v úvahu následující skutečnosti. Různé technologie mají určité parametry na výhřevnost, a ty není možné překročit z důvodu poškození samotné technologie.

Důležitou roli hrají taktéž limity zplodin hoření. Technologie, které využívají odpady k energetickému využití, mají své limity stanoveny [5]. Rovněž každá z těchto technologií produkuje odpadní látky. Ty jsou rozličně využitelné. Rozdílným způsobem zatěžují životní prostředí. Ke svému provozu využívají buď jenom samotné odpady, nebo se odpad mísí s nějakým druhem paliva.

Ze strany EU je energetické využití podporovanou aktivitou. Evropské fondy podporují výstavbu a modernizaci zařízení na energetické využití odpadů a s tím související náklady. Spojení mají i na ostatní podporované technologie. Tedy třeba podporovaná zařízení pro sběr. Zařízení pro separaci, kterou dochází k vyčlenění odpadů, jež jsou využívány pro získání energie. Totéž platí u zařízení pro nakládání s nebezpečným odpadem.

Jako energetické využití lze považovat i fermentaci v boxech, tedy anaerobní fermentaci, jejímž výsledkem je bioplyn [23].

3.1 VÝVOJ PRODUKCE ODPADŮ

Český statistický úřad ČR je na základě Nařízení (ES) č. 2150/2002, o statistice odpadů EU [20] povinen shromažďovat údaje v oblasti odpadového hospodářství. Pro porovnání je vhodné uvést alespoň tříleté období vývoje produkce, využití a odstranění odpadů (tabulka 1). Na území ČR bylo v roce 2015 vyprodukováno 26 946 718 tun odpadu, následující rok to bylo 25 757 793 tun, což je o 1 188 925 tun méně. Toto snížení je přibližně o 4,4 %. Z porovnání roků 2016 a 2017 je zřejmý opětovný pokles celkových odpadů. Přibližně je to o 832 071 tun, vyjádřeno v procentech 3,2%. Pokud se zhodnotí uvažované roky, je možné říci, že pokles odpadu od roku 2015 je 2 020 996 tun, tedy

7,5 %. Produkce odpadů od roku 2015 klesá, jinak je to ale u komunálního odpadu. Tam je vývoj zcela opačný. Komunální odpad v roce 2015 činil 3 337 336 tun, 12, 4 % z celkové produkce. V roce 2016 to už bylo 3 579 614 a tedy 13,9 %. Nárůst o 242 278 tun. Rok 2017 byl ve znamení mírného zvýšení, o 63 344 tun což tvořilo 14,6 % [24, 25,26].

Přepočteno na produkci komunálního odpadu na jednoho obyvatele vypadá srovnání takto:

- rok 2015 – 317 kg na obyvatele,
- rok 2016 – 339 kg na obyvatele,
- rok 2017 –344 kg na obyvatele [24, 25,26].

Každý obyvateľ ČR republiky tedy za tři roky vyprodukoval o 27 kg komunálního odpadu více, cca 8,5% nárůst [24, 25,26].

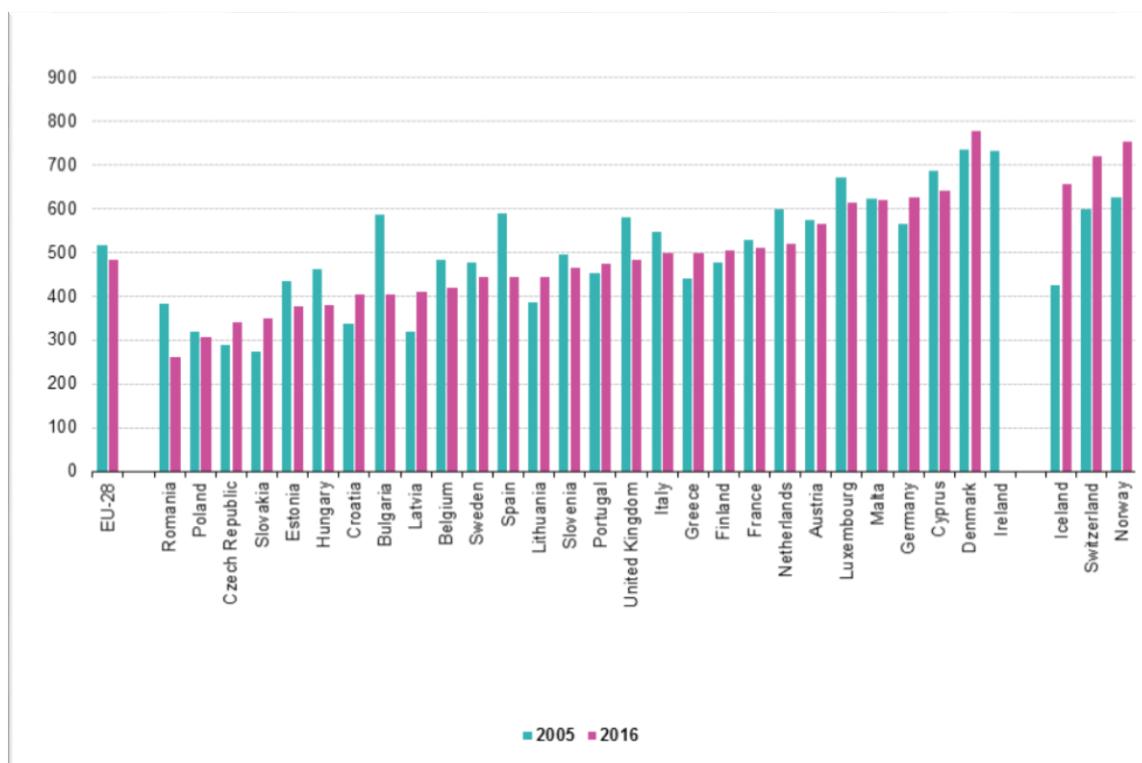
Tabulka 1 – Přehled produkce odpadů za rok 2015, 2016, 2017 (zpracováno podle [24, 25,26])

ROK/ODPADY v t.	2015	2016	2017
celkové odpady	26 946 718	25 757 793	24 925 722
z toho			
nebezpečný odpad	1 130 763	1 094 749	1 180 030
ostatní odpad	25 815 955	24 663 043	23 745 672
komunální odpad	3 337 336	3 579 614	3 642 958
z toho			
nebezpečný odpad	6 756	6 878	6 965
ostatní odpad	3 330 580	3 572 736	3 635 993

Zdroj: ČSÚ tabulka autora

Pro představu lze uvést data produkce odpadů v rámci celé EU v roce 2016. Celkový objem odpadů byl v tomto roce 2 535 100 000 tun odpadů [26]. Byla to nejvyšší produkce, zaznamenaná v letech 2004-2016. Samozřejmě produkce v jednotlivých státech je závislá na velikosti země a také na její populaci. Je možné konstatovat, že státy nejmenší vykázaly nejnižší produkci odpadů. Naproti tomu největší státy mají produkci nejvyšší. Zvláštností jsou státy Bulharsko a Rumunsko, kde bylo vyprodukováno velké množství odpadu. Překvapivě Itálie měla relativně malé množství odpadu (příloha 1). Na každého obyvatele EU bylo v roce 2016 vyprodukováno 5 tun odpadu [26].

Komunální odpad v roce 2016 na obyvatele se dostal v EU na 483 kg [27]. Produkce se v jednotlivých státech EU (28) výrazně liší. Rozmezí produkce je mezi 261-777 kg. Nejnižší produkci KO má Rumunsko. Naopak nejvyšší Dánsko. Ve 21 státech došlo k nárůstu produkovaného množství KO. Ke státům, u kterých je zřetelný nárůst (roky 2005-2016) je Řecko, Malta, Lotyšsko, Dánsko. Pokles vykázaly Bulharsko, Rumunsko, Slovinsko (obrázek 1) [26].



Obrázek 1- Komunální odpad vzniklý podle zemí v letech 2005 a 2016, tříděný podle úrovně roku 2016 (kg / obyvatele) [26]

Zdroj: Eurostat

3.2 ZPŮSOBY NAKLÁDÁNÍ S ODPADY

Vzhledem k úpravám legislativy i trendu odpadového hospodářství je vhodné sledovat vývoj způsobů jakými je s odpady nakládáno. Opět budou sledovány roky 2015-2017. Nutno podotknout, že do ukazatele – nakládání s odpady, jsou započítávány veškeré odpady, které byly vyprodukovány. Patří sem jednak odpady vyprodukované podniky, municipalitami, odpady ze skladu, ale také odpady dovezené. Není tedy možné podílové ukazatele u nakládání s odpady vztahovat k celkové produkci. Je nutné je vztahovat

k celkovému nakládání s odpady. Důvody jsou jednoduché. Kromě výše popsaného je potřeba počítat i s tím, že se s některými odpady nakládá i opakovaně.

U nakládání s odpady se využívá rozdělení do dvou skupin, podle přílohy č. 3 a přílohy č. 4, zákona č. 185/2001 Sb., zákon o odpadech [1]. První skupina znamená využívání odpadů. Z legislativy označené jako R-kódy. Druhou skupinu tvoří odstraňování odpadů, tzv. D-kódy. K porovnání bude sledován způsob využití odpadu jako paliva nebo jiným způsobem k výrobě energie a recyklace. U odstraňování odpadu bude hodnoceno skládkování. To tvoří v současné době největší problém a jsou vyvíjeny snahy, aby se tento způsob snížil na minimum. Dále bude ke srovnání použit způsob nakládání.

Tabulka 2 – Nakládání s odpady (tuny) [24,25,26]

ROK/NAKLÁDÁNÍ S ODPADY	2015	2016	2017
celkové odpady	34 205 451	34 484 528	35 091 393
z toho			
nebezpečný odpad	1 699 711	1 545 108	1 627 978
ostatní odpad	32 505 740	32 939 420	33 463 416
využívání odpadu R-kód	14 837 492	19 028 051	18 927 477
z toho			
využití jako paliva nebo jiným způsobem k výrobě energie	1 057 005	1 032 496	1 164 497
recyklace	8 517 185	8 375 039	8 578 683
odstraňování odpadu D-kódy	4 537 899	3 885 423	3 605 819
z toho			
skládkování	3 516 118	3 800 384	3 514 352
spalování	81 152	80 979	91 119

Zdroj: ČSÚ tabulka autora

Z výše uvedené tabulky č. 2 jsou patrné následující údaje. V roce 2015 byl odpad z celkové produkce využit na 43,4 % z čehož na výrobu energie z 3,09 % a na recyklaci

24,90 %. Odstraňování odpadů bylo na 13,27 %. Skládkování proběhlo u 10,28 % odpadu a spáleno bylo 0,24 %. Rozdíl mezi skládkováním a využitím odpadu na energie je velmi značný, 7%. [24]

Rok 2016 zaznamenal 55,18 %, tedy nadpoloviční většinu využití veškeré produkce. Ovšem v tomto roce poněkud kleslo využití odpadu jako paliva a výroby energie, a to na 2,99 %. Rozdíl mezi skládkováním a energetickým využitím je něco málo přes 8 %. [25]

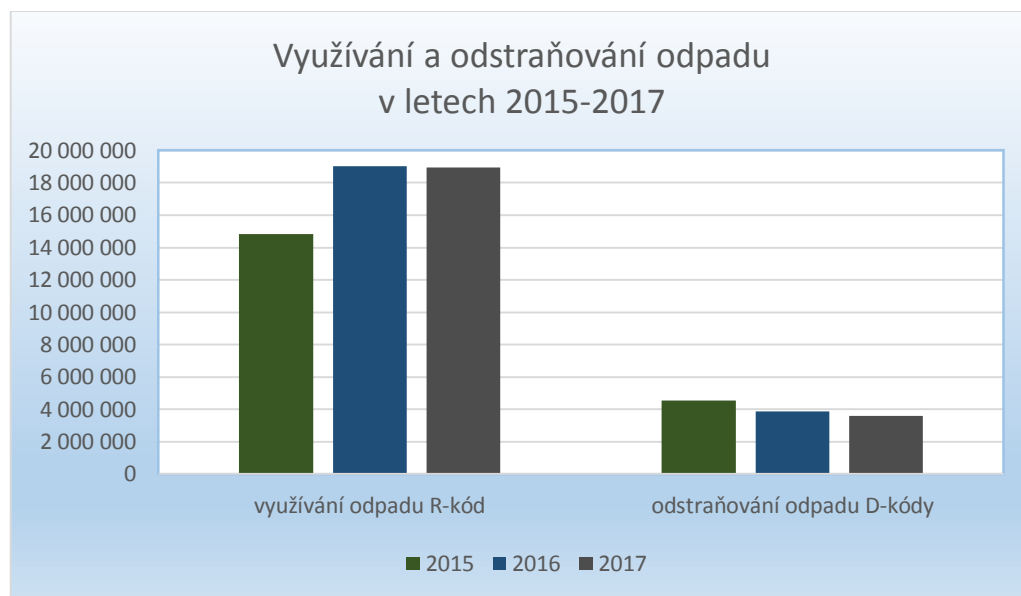
Poslední sledovaný rok vykazuje malý pokles využívání odpadu oproti roku 2016, o 1,24 %. K mírnému zvýšení došlo u energetického využití, a to na 3,32 %. Skládkování kleslo na 10,01 %, což je nejnižší v rámci sledovaných let. Rozdíl skládkování a energetického využívání je v tomto roce 6,70 %. [26]

Množství vytríděného komunálního odpadu rok od roku roste. V roce 2015 přibližně 53 %, tedy 1,8 mil. tun skončilo na skládkách. Spalovny spálily cca 590 tis. tun KO, přibližně 18 % [24]. Převážná většina tepla byla využita k vytápění případně k výrobě energie. Další rok, 2016 byl obdobný, na skládkách skončilo 50% produkce KO. Spáleno bylo 584 tis. tun, tedy asi 16 %. I v tomto roce vyrobené teplo bylo ze značné míry využito k výrobě tepla a energie [25].

Rok 2017 znamenal snížení skládkovaného komunálního odpadu pod polovinou produkce, 49 %. Důležitější je však údaj, že 630 tis. tun skončilo v zařízeních na energetické využití odpadu. Pouze 4,6 tis. tun bylo spáleno bez jakéhokoli využití. Celkově tedy bylo spáleno 17% KO [26].

Níže uvedený obrázek 2 graficky znázorňuje vývoj využívání odpadu, tedy R-kódu v letech 2015-2017. Je patrné, že tendence růstu využívání odpadů oproti odstraňování odpadů je značná. Velmi patrný je nárůst R-kódu v letech 2016 a 2017 ve srovnání s rokem 2015. V roce 2015 bylo využito 14,8 mil. tun odpadu. V roce 2016 to bylo již 19 mil. tun, což je o 4,2 tun více. Další rok 2017 znamenal rovněž výrazný nárůst využívání odpadu oproti roku 2015. Znamenal nárůst cca o 4,1 mil. tuny a pokles o zcela minimální částku oproti roku 2016.

Obrázek 2 – Využívání a odstraňování odpadu v letech 2015-2017 [24, 25, 26]



Zdroj: zpracováno autorem podle dat ČSÚ

3.3 ENERGETICKÉ VYUŽITÍ KOMUNÁLNÍHO ODPADU

Jednou z priorit dnešní doby v oblasti hospodaření a ochrany životního prostředí je snaha o vytvoření alternativy spalování fosilních paliv, a to energetickým využíváním odpadů. Je to velmi hospodárná možnost, která sebou přináší poměrně velké množství výhod. K nejdůležitějším samozřejmě patří získávání tepla a energie. Neopominutelné je však výrazné snížení rizika vypouštění skleníkových plynů do ovzduší. [29] Spalování komunálního odpadu a zejména jeho látkové využití patří k nejvýznamnějším způsobům využívání odpadů. Tento postup je vnímán pozitivně nejen v ČR, ale i v ostatních evropských státech, které vyvíjejí snahu o co nejlepší ochranu životního prostředí.

Při termickém zpracování odpadu se působí na tento materiál teplotou, která přesahuje mez chemické stability. Důležitost termického zpracování odpadů spočívá v tom, že dochází k odstranění velkého množství odpadu. Může se jednat o netříděný odpad, ale i o nebezpečný odpad. Vedlejší produkty v podobě popela, plyných látek, škváry či strusky jsou poměrně malé a stále se pro ně hledá co nejlepší využití. Struska a škvára se využívají především ve stavebnictví např. na výstavbu silnic, na výrobu tvárnic. [30,31]

Prioritou výše uvedeného způsobu odstraňování odpadu je využití tepla, které spalováním vzniká. K značným výhodám termického zpracování odpadů je možné počítat

i to, že velmi často je to právě jediný možný způsob, kterým lze určitý druh odpadu odstranit. Zvláště zřejmé je to u nebezpečného odpadu. [31]

U uvedeného způsobu zpracování jsou mnohem menší nároky na zastavěnou plochu v porovnání se způsobem jiného odstraňování odpadů, a to skládkování. Poněkud problematičtější je to s nároky na obsluhu samotné technologie. Ačkoliv je technologie termického způsobu zpracování odpadu detailně popsána u jednotlivých firem, ve firemních manuálech, jsou na obsluhu kladeny poměrně velmi vysoké nároky. [30]

Mnohdy se výstavba zařízení pro spalování odpadu setkává s negativní reakcí obyvatel či ekologů. Rovněž odpadové firmy vyjadřují svoji nevoli. Jim se nelíbí ani zákaz skládkování směsných komunálních odpadů a recyklovatelných odpadů, který bude v ČR platit od roku 2024. Dojde i výraznému zvýšení poplatků za ukládání komunálního odpadu na skládky. V návaznosti na legislativu EU se tedy uvažuje o rozdělení odpadů podle upřednostňovaného řešení. Je zřejmé, že součástí těchto řešení je i energetické využívání odpadů v příslušných zařízeních. Tato zařízení se nazývají ZEVO (zařízení pro energetické využívání odpadu). Rozdíl mezi spalovnou a ZEVO podchycuje i zákona č. 185/2001Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů [1]. Pro tato zařízení platí přísná legislativní pravidla nejen českého právního řádu, ale i evropské legislativy, především v limitu emisí jdoucích do životního prostředí. [31]

Jelikož je v zařízeních zpracováván tzv. zbytkový odpad nejsou ZEVO konkurencí třídění a recyklace, ale jsou nutným doplňkem. Zbytkový odpad zůstává po oddělení složek (nebezpečných a využitelných) z komunálního odpadu a nelze jej tedy jiným způsobem zpracovat. Není možné ho kompostovat ani recyklovat. A právě z těchto i dalších důvodů je energetické využívání odpadů plnohodnotnou součástí odpadového hospodářství nejen v ČR, ale i v ostatních státech EU.[31]

Vedle již zmíněných výhod – využití zbytkového odpadu a výroba elektřiny a tepla, přináší energetické využívání odpadu velkou úsporu surovin a především primárních paliv, kterými jsou uhlí, ropa, plyn.

Z níže uvedené tabulky výhřevností (tabulka 3), která byla zpracována Energetickým institutem pro Státní energetickou inspekci ČR, je patrné, že komunální odpad má velmi podobnou výhřevnost jako hnědé uhlí [32]. Některé zdroje, např. Spalovna Malešice [34] nebo Odborné posouzení možností spalování odpadů o velmi

nízké výhřevnosti, zpracovaný ČVUT Praha [35] dokonce uvádějí, že výhřevnost komunálního odpadu je až 12 MJ/kg [32,34].

K nejvýhřevnějším palivům patří propan, autobenzín, motorová nafta, LTO a TTO. O něco menší výhřevností se vyznačují paliva jako pryžový odpad, zemní plyn, atd. Mezi 20-30 MJ/Kg nebo MJ/m³ jsou uváděna paliva jako je koks otopný, brikety, černé uhlí. Pod hranicí 20 MJ/kg nebo MJ/m³ se vyskytuje hnědé uhlí, papír, svítiplyn, dřevo, sláma. K palivům s nejnižší výhřevností se řadí KO, lignit, generátorový a vysokopecní plyn [32].

Energetickým využíváním odpadu se téměř o 90 % snižují odpady, které by jinak skončily na skládce [31].

Tabulka 3 – Výhřevnost jednotlivých paliv [32]

Energie - palivo	Výhřevnost	Energie - palivo	Výhřevnost
Zemní plyn	33,48 MJ/m ³	Koks otopový	27,49 MJ/kg
Propan	46,40 MJ/kg	Lignit	8,79 MJ/kg
LTO	42,30 MJ/kg	Brikety	23,05 MJ/kg
Dřevo palivové	14,62 MJ/kg	Sláma obilná	15,50 MJ/kg
Dřevěné brikety	16,21 MJ/kg	Komunální odpad	9,12 MJ/kg
HU prachové - Most	11,72 MJ/kg	Papír	14,11 MJ/kg
HU tříděné - Most	17,18 MJ/kg	Pryžový odpad	34,92 MJ/kg
HU prachové - Sokolov	10,49 MJ/kg	TTO	40,61 MJ/kg
HU tříděné - Sokolov	14,17 MJ/kg	Motorová nafta	42,61 MJ/kg
ČU prachové - Ostrava	22,78 MJ/kg	Autobenzín	43,59 MJ/kg
ČU energetické - Ostrava	29,21 MJ/kg	Svítiplyn	14,50 MJ/m ³
ČU prachové - Kladno	15,57 MJ/kg	Zemní plyn karbonský - důlní	30,11 MJ/m ³
ČU energetické - Kladno	22,61 MJ/kg	Generátorový plyn	5,86 MJ/m ³
UVKP - Ostrava	27,51 MJ/kg	Koksárenský plyn	15,62 MJ/m ³
Kaly - Ostrava	16,71 MJ/kg	Vysokopecní plyn	3,81 MJ/m ³
Proplástek - Ostrava	14,79 MJ/kg		

Zdroj: TBZ – tabulka autora

4 TECHNOLOGICKÁ PŘÍPRAVA ODPADU PRO ENERGETICKÉ VYUŽÍVÁNÍ V ČR

Lidstvo odpad nepřestane nikdy produkovat. Lze tedy říci, že ho lze považovat za „nevyčerpatelný“ zdroj energie. Výrazně může pomoci ušetřit neobnovitelné zdroje energie a především zmírnit důsledky nadměrné produkce odpadu na naší modré planetě. Zneškodňování odpadů v rámci energetického využívání se uskutečňuje pouze v zařízeních, která jsou tomu přizpůsobena. Je v nich integrované čištění spalin, které musí být velmi efektivní. Rovněž dochází ke zpracování zbytků odpadů. Jsou typy odpadů, které jsou pro energetické využití vhodné. Mezi ně je možné zařadit především komunální odpad. Ovšem není možné opominout také kaly z čistíren odpadních vod. Svůj energetický význam mají zemědělské i průmyslové odpady. Všechny druhy odpadů musí mít určité parametry, vlastnosti. V tomto případě lze dosáhnout účinného spalovacího procesu a tedy maximálního energetického využití odpadu.

Odpad je nutné před energetickým využitím připravit. Lepenku, papír, dřevo a další materiály s vysokým energetickým obsahem se vytrídí na třídících linkách. Za využití magnetického separátoru, kterým se zachytávají kovové, vodivé, nemagnetické nečistoty, dojde k další úpravě. Dále se komunální odpad se dále upravuje například drcením a homogenizací a může být využit na výrobu certifikovaného TAP [37]. Tuhé alternativní palivo je palivovou směsí, která je specifikovaná v ČSN EN 15359 Tuhá alternativní paliva – Specifikace a třídy [33]. Určuje limitní hodnoty pro:

- průměrnou výhřevnost,
- průměrnou hodnotu chloru,
- medián a 80. percentil obsahu rtuti

Každá z těchto charakteristik se rozděluje do 5 tříd.

Úprava frakce se provádí dle požadavku odběratele. Primární drcení – cca 30 mm a sekundární – cca 10 mm. Nadrcený homogenní materiál se může dát do lisovacího kontejneru nebo se nechá neslisovaný. Bere se v úvahu požadavek zákazníka.

Vhodné je využívání obrovských zásob odpadních materiálů. K těm se řadí zejména odpady průmyslové výroby a odpady získané organizovaným sběrem obcí [37]. Výsledkem celého procesu, třídění, drcení, lisování je výroba TAP, jehož odběratelem jsou cementárny a kotelny. Jeho výhodou je poměrně velká výhřevnost. Ve srovnání například

s hnědým uhlím lze konstatovat, že má téměř 2× vyšší výhřevnost. Uvádí se 27 GJ/t. Podle své velikosti může cementárna ušetřit až 1 000 tun uhlí za měsíc. Právě v ušetření fosilních paliv je obrovský potenciál TAP [36].

Vedle zmíněných cementáren, jejichž kapacita je omezena je možné TAP zpracovávat spoluspalováním. Pro tento způsob jsou využitelné fluidní kotle. Samotné spoluspalování může přinášet určité provozní problémy a zvýšenou ekonomickou náročnost procesu [38].

K hlavním druhům technologií EVO patří následující:

- přímé spalování, a to ve spalovnách komunálního odpadu, neupravených komunálních odpadů,
- spoluspalování odpadu v energetických zdrojích nebo v monozdrojích, a to odpadu který byl vytríděn a upraven, zejména mechanicko-biologicky upravený,
- spoluspalování některých odpadů a alternativních paliv například v cementárnách,
- spoluspalování některých odpadů ve vysokých pecích,
- dále zplyňování nebo pyrolýza,
- využití skládkového plynu, anaerobní digesce pro výrobu bioplynu [39]

Uvedené technologie je možno velmi stručně charakterizovat a zmínit jejich význam pro energetické využití. Nejčastějším způsobem EVO je spalování. Ne vždy byly spalovny přijímány souhlasně. Ekologické iniciativy i někteří další aktéři je považovali za zařízení, která jsou zcela nepřijatelná pro zneškodňování odpadů. Byly kladeny na úroveň volného spalování odpadů v lokálních topeništích, což bylo z hlediska ekologického, konkrétně emisního zcela nevyhovující [39].

V současnosti jsou však spalovny takovými kvalitními technickými zařízeními, které splňují environmentální podmínky provozu a limity dané jak českými, tak evropskými právními předpisy. Přesto je nutno přiznat, že přes všemožné snahy a procesy čištění a odlučování se určité, byť minimální množství škodlivých látek do ovzduší dostává. To jsou právě ty důvody, proč se při stavbě spaloven stále naráží na odpor u veřejnosti. Je nutné jasně vysvětlit, že ZEVO jsou ne pouze spalovnou, ale především zařízením, které čistí zplodiny. Na rozdíl od silniční dopravy a lokálních topenišť lze ZEVO považovat za minimálního producenta obávaných škodlivin typu prachových částic, organického uhlíku, dioxinů či furanů [39].

Další technologií kromě spalování, jenž je oxidačním procesem, tedy hořením za dostatečného přívodu kyslíku, který je provázený produkcí tepelné energie, je zplyňování [39].

To je procesem hoření za omezeného přívodu kyslíku. Probíhají při něm současně oxidační procesy, které uvolňují energii a rovněž redukční děje, které energii spotřebovávají. Tento způsob je znám již velmi dlouho, protože se takto v minulosti vyrábělo dřevěné uhlí. To tuhým zbytkem, který se zužitkovával, ale právě vznikající plyn unikl bez jakéhokoliv využití. V současnosti je hlavním produktem zplyňování výhřevný plyn. Jedná se o plyn generátorový, vodní, syntézní, energoplyn, atd. Výhřevnost a zároveň zastoupení jeho hlavních složek (CO , CO_2 , H_2 , N_2 , CH_4 , H_2O) závisí na druhu paliva, které je použito. Dále na zplyňovacím médiu, kterým je vzduch, kyslík nebo vodní pára. A také na samotném režimu procesu [39].

Tepelný rozklad organické hmoty, kdy je zcela vynechán přístup kyslíku se nazývá pyrolýza. U tohoto procesu je nutné dodávat energii zvenku. Bývá využívána energie, která se získává spalováním některého získaného produktu, kterým je buď plyn, tuhý zbytek nebo kapalná frakce ochlazeného vznikajícího plynu. Pro případ je možné uvést koksování. Zde je hlavním produktem koks a vedlejším koksárenský plyn. Ovšem i v oblasti energetického využití odpadů je tato technologie perspektivní [39].

Velký zájem je o alternativní paliva, která by měla nahradit paliva fosilní. Jedním z alternativních paliv je například biomasa. Ovšem s biomasou, například dřevní štěpkou se mohou spojit problémy s dostupností. Je vázána na roční období, reaguje na kalamity, apod. [39].

Spoluspalování upraveného odpadu, technologie, která představuje možnost snížení spotřeby uhlí i možnost rozšíření palivové základny ČR. Neupravený komunální či průmyslový odpad není možné spalovat v zařízeních, která k tomu nejsou primárně určena. Lze ho spálit ve spalovnách, ve kterých je zvolen jiný spalovací režim, nežli je v elektrárnách či teplárnách. Rovněž jsou vybrány jiné materiály, které jsou vystavené spalinám. I jiné další parametry jsou přizpůsobovány. U paliva, které slouží pro spoluspalování, jsou definované mechanické, kvalitativní vlastnosti a složení. Připadají do úvahy paliva, která jsou vyrobená z průmyslových odpadů, tedy tuhá alternativní paliva

(TAP). Toto palivo není označováno jako odpad nýbrž je výrobcem, označováno jako výrobek [39].

Jinou, i když složitější variantou je mechanicko-biologická úprava odpadů. Jejím výstupem je vysokovýhřevná frakce, která však musí ještě projít úpravami, aby ji bylo možné využít pro spalování. Toto palivo se nazývá RDF (Refuse Derived Fuel = palivo odvozené z odpadů) [39].

O spalování v monozdrojích, tedy zařízeních, která jsou vyprojektována na spalování odpadu s vysokou výhřevností, není potřeba se rozepisovat. Tyto snahy v ČR nejsou. Naproti tomu využití odpadů v průmyslové oblasti je směr, který nabírá na významu. Především cementářský průmysl a jeho pecní agregát pro výpal slínku je ideální zařízení pro využití různých alternativních paliv [39]. Více o cementárnách v kapitole 4.4.

Výroba železa ve vysokých pecích též využívá odpady. Po jejich úpravě dochází k jejich vpravování do spodní části pece. Je nejenom náhradou vysokopecního paliva jako je koks, ale zároveň zajišťuje intenzifikaci procesů ve spodní části pece, k optimální tvorbě strusky. Zároveň směřuje k lepším podmínkám v oblasti odsíření [39].

Výroba bioplynu a jeho energetické využívání, především pro kogenerační výrobu tepla nebo elektrického proudu, je velmi vyhledávanou a využívanou technologií [39]. Podrobně o ní pojednává kapitola 4.3.

4.1 VÝROBNÍ POSTUP TAP

Jednou z firem, která podporuje využívání odpadů jako zdrojů je firma Suez, Využití zdrojů a. s. V odpadech vidí budoucnost a zároveň náhradu za ubývající přírodní zdroje. Hledá řešení při minimalizaci odpadů, především těch, které nejsou určeny k recyklaci. Využíváním odpadů se snaží ochraňovat přírodní zdroje. Za rok využije 145 000 tun odpadů a vyrobí 83 000 MWh energie z odpadů. Firma umožnila autorce této bakalářské práce absolvovat exkurzi na některých provozech, které spravuje. Zároveň poskytla informace k některým svým aktivitám a technologiím. Jednou z aktivit je zpracování odpadu na TAP [40].

Tuhé alternativní palivo neboli TAP vzniká mícháním vytríděného upraveného odpadu. Odpadem mohou být například plasty, syntetický textil, koberce, pryž, guma, kompozitní obaly, papír, dřevo, obaly. Mohou to být i směsi materiálů z mechanické

úpravy průmyslových i komunálních odpadů. Dále jde o filtrační materiály, čisticí tkaniny, oděvy a další spalitelný materiál. Jako vhodný vstupní materiál lze zahrnout i vedlejší produkty výroby v neodpadové formě, zbytky paliv (uhelný mou, brikety, dřevní štěpku), biomasu (sláma, obilí, piliny, technické rostliny, vlna, dřevo, atd.). Rovněž lze využít vedlejší produkty výroby, parafiny, mýdla, textil, odřezky, výlisky tzn. materiály, které nesplňující definici odpadu podle zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech [1], [40].

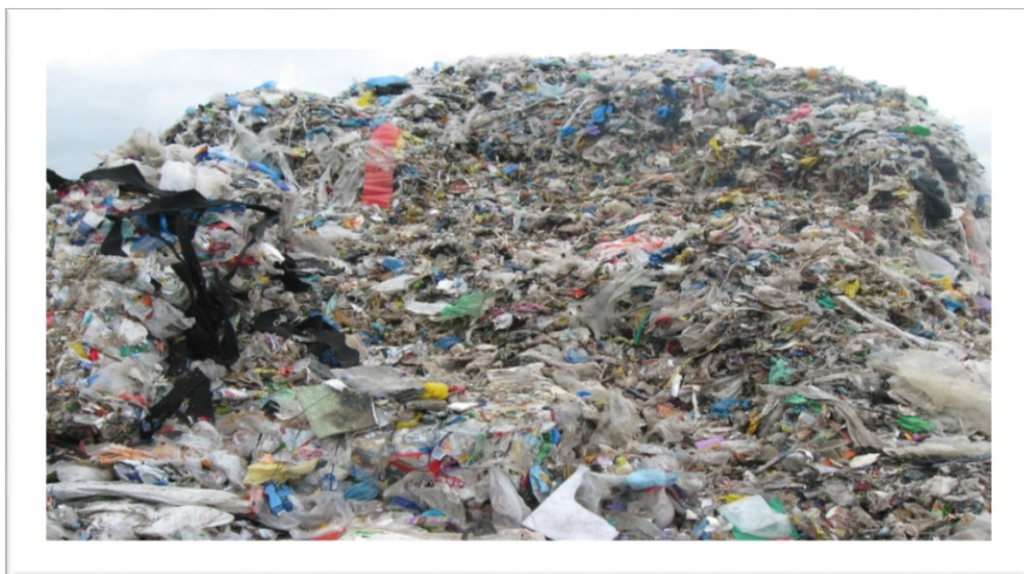
Tabulka 4 shrnuje možný používaný materiál a jeho poměrové procentuální zastoupení v TAP. Je patrné, že složky – plasty, kaučuk, směsi materiálů z mechanické úpravy KO a průmyslových odpadů, pryž a guma se můžou v TAP vyskytovat až do 50 % hmotnosti. Syntetický textil, tkaniny, kompozitní a směsné obaly a ostatní vedlejší produkty výroby jsou zastoupeny do výše 15 %. Biomasa je zastoupena do 35 % hmotnosti [40].

Tabulka 4 – Vstupní materiálové složky při výrobě TAP [40]

Popis vstupní materiálové složky	Poměr zastoupení složky v TAP (hmot. %)
Plasty a plastové obaly, kaučuk	35 – 50
Syntetický textil a textilní obaly, koberce, absorpční činidla, filtrační materiály, čisticí tkaniny a ochranné oděvy	0 – 15
Směsi materiálů z mechanické úpravy průmyslových i komunálních odpadů	35 – 50
Pryž, guma	35 – 50
Kompozitní a směsné obaly, papír, papírové a lepenkové obaly	0 – 15
Dřevo a dřevěné obaly a příp. jiná biomasa	0 – 35
Ostatní vedlejší produkty výroby	0-15

Zdroj: Suez, a. s. - tabulka autora

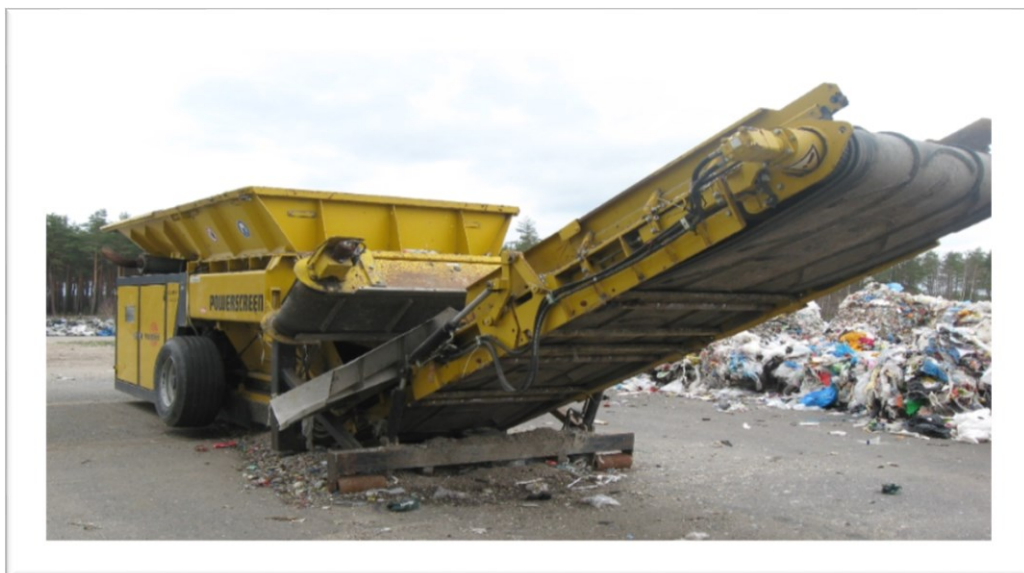
Následující fotografie zachycují odpad (obrázek 3), který je ještě neroztříděný a obsahuje různorodé části materiálu, které nelze v tomto stavu použít při výrobě TAP. Jedná se například o odpad s vysokým obsahem chlóru. Dalším materiálem, který je potřebné oddělit je kamení, cihly, železitý odpad. V navezeném odpadu jsou i materiály, které obsahují i těžké kovy, příměsi rtuti a PVC. Celá tato nesourodá hromada odpadu bývá přetříděna na skládkách. Teprve potom je možné tento materiál ve firmě SUEZ využívat k výrobě TAP [40].



Obrázek 3 – Netříděný odpad [40]

Zdroj: fotoarchiv autorky

Prvotním tříděním je zejména vyřazení hlavně kameniva. Kladivový drtič (obrázek 4) má před vstupem magnetický pás na vytřídění železitého materiálu. Tato část drtiče je velmi důležitá. Dojde k oddělení nežádoucích kovových prvků z hromady odpadů. Tímto postupem se zamezí dalším případným problémům při následném drcení [40].



Obrázek 4 – Drtič odpadů v provozu Srní - [40]

Zdroj: fotoarchiv autorky

Výstup tedy z této první fáze je materiál velikosti cca 30 cm zbavený kovových částic, který pokud se neposouvá na druhotné drcení je svázan do balíku cca 1-1,5 m.

Dalším využitelným odpadem je odpad z průmyslu jinak nazývaný odpad automotive. Převážně se jedná o koberce z vnitřních ploch aut. Tato frakce je oproti komunálnímu odpadu tmavá (obrázek 5) [40].

Komunální frakce je světlejší a musí se u ní hlídat hlavně obsah chloru především kvůli hlavnímu hořáku. Vysoké procento chloru ve frakci by mohlo způsobit ucpání sít v hořáku (obrázek 5) [40]. Frakce jsou upravovány zvlášť. Poté se kvůli dostatečné výhřevnosti obě frakce smíchají do hlavního hořáku.



Obrázek 5 – Vytříděný průmyslový odpad [40]

Zdroj: fotoarchiv autorky

K druhotné úpravě odpadu se používají nožové drtiče (obrázek 6). Materiál se vloží na pás nebo se sype přímo seshora do vstupu. K tomu jsou využívány bagry. Po nasypání směsi odpadu dochází k rozdrcení noži drtiče na frakci o velikosti do 22 mm. Rozemletá frakce by neměla být drobnější, protože to není vhodné pro výhřevnost. U příliš drobně nadrcené frakce se značně sníží výhřevnost. Způsobuje to rychlý nástup výhřevnosti, která prvotně nabere na síle, ale poté se významně sníží. Samotný drtič je vybaven sítí o velikosti 30 mm. Podrobnější fotografie nožového drtiče obsahuje příloha 3.



Obrázek 6 – Nože, nožový drtič [40]

Zdroj: fotoarchiv autorky



Obrázek 7 – Nože u nožového drtiče [40]

Zdroj: fotoarchiv autorky

Z tohoto drtiče se produkuje frakce zobrazené na obrázku 8. Na obrázku vlevo je vidět již nadrcený průmyslový odpad (automotive). Naproti tomu obrázek vpravo znázorňuje rozemletou frakci komunální odpad. Takto roztríděný a připravený odpad je vhodný k výrobě TAP.



Obrázek 8 – Frakce průmyslového a komunálního odpadu po druhotné úpravě [40]

Zdroj: fotoarchiv autorky

Obě frakce se po druhotné úpravě uloží na jednom úložišti. Na velkých hromadách začnou smíchávat za pomoci bagru. Míchání je prováděno především z důvodu homogenizace odpadu. Rovněž se zabraňuje koncentraci nebezpečných látek.



Obrázek 9 – Smíchaná frakce – TAP

Zdroj: fotoarchiv autorky

4.2 SPALOVNY ODPADU A ZAŘÍZENÍ PRO ENERGETICKÉ VYUŽITÍ ODPADŮ

Historie spaloven odpadu, jejichž energie byla energeticky využívána, se datuje do roku 1904-1905. První byla Rakousko-Uherská spalovna odpadu, vystavěná na území města Brna [42].

Systém spalovny byl zhruba takto: Spojení sedmi spalovacích komor s parním kotlem tvořilo spalovací pec. Za parním kotlem byla Parsonova turbína, která měla výkon 300 kW. Turbína byla napojena na 3fázový generátor střídavého proudu (výkon 220 kW). Vyrobená energie byla odváděna do městské elektrárny [42].

Vlastní spalování odpadu se uskutečňovalo tak, že odpad prošel nejdříve drcením. Proces probíhal mezi dvěma rotujícími válci. Ty zajistily rozdrčení odpadu. Další cesta odpadu směřovala do zásobníku a odtud na podavač. Na podavači byl odpad dopravován ručně. Dávka 60-80 kg po 10 minutách, doba spalovacího procesu 45 min. Tímto systémem spalovna fungovala až do roku 1941[42].

V pořadí druhou byla spalovna v Praze z roku 1930-33. Odpad byl shromažďován ve čtyřech zásobnících. Z těchto zásobníků byl dopravován na třídírny a poté do budovy, ve které byly zabudovány dva kotle. Vyráběly páru 6-25 t/hod. Parovodem byla pára rozeslána do okolních podniků a do elektrárny s turbogenerátory po 5 MW [42].

V 70. letech 20. století po rekonstrukci byly do kotelny osazeny 2 kotle na spalování odpadků. Zároveň přibyl jeden kotel na uhlí a mazut [42].

V letech 80. byly dodány 4 práškové granulační vysokotlaké kotle. V předkomoře docházelo ke spalování odpadu. Jako pátý byl instalován kotel na mazut. Ve spalovně tedy docházelo ke spalování tuhého komunálního odpadu, hnědé uhlí a mazutu[42].

Po přestavbě spalovala spalovna 45 tun odpadů. K ukončení její činnosti došlo v roce 1997 [42].

Zvyšující se zájem o energeticky využitelné odpady se v koncepci 70-80. let 20. století uvažovalo o vybudování 15 spaloven, které měly energeticky využívat asi 40 % ze stále narůstajícího odpadu. Tímto se mělo ušetřit 12 PJ tepelné energie [42].

Roky 1984-1989 znamenaly budování spalovny v Brně. V současné době se jedná o spalovnu SAKO Brno, a. s. V této spalovně byly instalovány tři kotle, které měly 6 válců uspořádaných sestupně. Kapacita činila 240 tis. tun odpadu ročně. Od roku 1988 zde byla vyráběna elektřina ve výši 400kW [42].

Počátek 21. století znamenal pro spalovnu vybudování dvou zcela nových linek na spalování odpadu. Znamenalo to navýšení kapacity na 248 tis. t/rok. Byla rovněž vystavěna odběrová kondenzační turbína, jejíž výkon je 22,7MW [43].

Další význačnou spalovnou na TKO je ZEVO Malešice. Uvedení do provozu nastalo 1998. Tato spalovna má nainstalovány 4 parní kotle. Prošla i velkou modernizací pro čištění spalin. V roce 2010 byla uvedena do provozu turbína s výkonem 17,6 MW. Kapacita celého zařízení je 330 tis. tun odpadu za rok [42].

Termizo Liberec a. s., je další moderní spalovnou uvedenou v roce 2000 do provozu. Její kapacita činí 96 tis. t/rok. Má osazenu 1 spalovací linku s představným roštem. Zařízení na výrobu elektrické energie bylo osazeno s výkonem 4,5 MW [42].

Chotíkov u Plzně je místem ZEVO s roštovým topeništěm od roku 2016 je ve zkušebním provozu. Tato spalovna je v provozu jako kogenerační zdroj s elektrickým výkonem 10,5 MW a tepelným výkonem 31,7 MW. Spalovna je o kapacitě 95 tis. t/rok komunálního odpadu [42].

Má-li se uvažovat o energetickém využívání odpadu v zařízeních ZEVO nikoliv pouhém spalování, je potřeba, aby byly splněny určité podmínky. Hlavní a zcela zásadní je samotná výhřevnost použitého netříděného komunálního odpadu. Tuto, i další otázky ZEVO řeší posudek, který byl vypracován na podnět České asociace odpadového hospodářství. Posudek byl vypracován kapacitou v oboru energetiky panem Prof. Ing. Františkem Hrdličkou, CSc. z Ústavu energetiky ČVUT [35].

Rozpětí výhřevnosti netříděného komunálního odpadu se pohybuje mezi 8-12 MJ/kg případně mezi 9-11MJ/kg (blíže kapitola 3.3). Výhřevnost je ovlivňována intenzitou separace odpadu, jejímž důsledkem se výhřevnost snižuje [35].

Problémem, který nastává při spalování dobře spalitelného odpadu, bývá jeho nehomogenita a tím je dána kolísavá výhřevnost. Tuto nesourodost lze řešit promícháváním, ale i přes tento postup jsou výkyvy výhřevnosti značné. ZEVO jsou

připravena přijímat vstupní palivo s určitým rozpětím vlastností, a pokud jsou tyto jiné, není možné bez určitých úprav spalovat nové palivo, palivo s jinými vlastnostmi, parametry. Změna technologie ZEVO může znamenat poměrně vysoké investiční náklady [35].

Určité specifikum spalování odpadu je dáno specifickými podmínkami legislativy na emise. Důležité je dodržení času 2 vteřin setrvání spalin v teplotách, které přesahují 850° C [5]. Čas je počítán za posledním přísunem spalovacího vzduchu [35].

Aby bylo možné splnit legislativní předpisy a zajistit stabilitu procesu při hoření, je nutné využívat palivo s určitou kvalitou [35].

4.3 BIOPLYNOVÉ STANICE

K velmi významným obnovitelným zdrojům energie patří bioplyn. Je to plyn, který je vyprodukovaný při anaerobní digesti organických materiálů. Začal se vyrábět na přelomu 19. a 20. století, a to z kalů, které vznikly ve splaškových čistírnách odpadních vod. Nazýval se podle toho – kalový plyn. Tento plyn se využíval jednak vytápění a také při provozu čistíren odpadních vod, konkrétně ke svícení v těchto čistírnách [44].

Okolo 20. let 20. století se začíná technologie zdokonalovat. Začínají samostatně vznikat zařízení, která slouží k anaerobnímu vyhnívání. Efektivita anaerobního rozkladu se zvyšuje. Jsou k tomu využívány vyhřívané reaktory, které se v té dané době objevují. Kalový plyn, tedy jeho využití se rozšiřuje stále více, a to například k pohonu motorogenerátorů nebo k pohonu motorových vozidel [44].

Následující léta znamenají pro anaerobní fermentaci roky výzkumu. Vedle čistírenských kalů se pro výrobu bioplynu využívají i některé odpady. Jde především o odpady zemědělské nebo odpady z potravinářství [44].

Společnost se velmi rychle rozvíjí a s ní narůstá i množství organicky rozložitelného materiálu. V součinnosti s tím roste i snaha o co nejlepší, tedy nejvyšší využití skládkového plynu. Kromě toho bylo nutné snížit i rizika, která sebou přináší nekontrolované hromadění plynu na skládkách [44].

V pozdějších letech, zhruba v 70. letech 20. století se pomocí technologie anaerobní fermentace zpracovávají nejen samotné odpady, ale dochází k využívání energetických plodin, které jsou právě z tohoto důvodu cíleně pěstovány [44].

Jak již bylo napsáno, bioplyn je produktem anaerobní digesce organických materiálů. Ty se skládají především z oxidu uhličitého a metanu. Obsah metanu ovlivňuje výhřevnost bioplynu (tabulka 5). Závisí na technologických parametrech, které má bioplynová stanice (BPS), ve které je materiál, odpad zpracováván. Rovněž závisí na složení vsázky.

Určitou úpravu v bioplynu vyžaduje sulfan, který je při spalování příčinou vytvoření kyseliny sírové, která může způsobovat korozi při kondenzaci ze spalin. Výše sulfanu se při vyšší koncentraci upravuje chemickou absorbcí sulfanu do pevné látky. Další možností je biologická metoda, která využívá sirných bakterií [45].

Tabulka 5 – Chemické složení a vlastnosti bioplynu [45]

Charakteristika	CH ₄	CO ₂	H ₂	H ₂ S	Bioplyn CH ₄ 60 %, CO ₂ 40 %
Objemový podíl v %	55-70	22,47	1	3	100
Výhřevnost v MJ·m ⁻³	35,8	-	10,8	22,8	21,5
Zápalná teplota v ° C	650-670	-	585	-	650-750
Hustota v kg·m ⁻³	0,72	1,98	0,09	1,54	1,2

Zdroj: Odpadové hospodářství – tabulka autora

Bioplyn se v současnosti vyrábí v bioplynových stanicích. V případě zpracování odpadů se jedná o proces uzavřený. Na překládkové místo, příjmovou halu jsou odpady dováženy uzavřenými vozy. Z důvodu překládky je hala čištěna přes biologické filtry [46].

Odstraňování nečistot, příměsí nastává po dopravení odpadů do příjmových jímek. Následně dochází k přípravě odpadů na další využití. Odpady se rozmělnují, promíchávají. Poté se zředí na požadovanou hustotu. Substrát se zahřívá na 70 ° C po dobu 1 hodiny. Tato část procesu se nazývá hygienizace. Při ní dochází ke zničení choroboplodných zárodků. Až nyní nastává samotná fermentace [46].

Anaerobní fermentace, anaerobní digesce či anaerobní vyhnívání (všechny pojmy je možné využívat), je vlastně určitou technologií, při které z biologických odpadů vzniká

bioplyn [45]. Touto metodou se řeší efektivní využívání různých odpadů ze zemědělství, komunálních, odpadů z podniků společného stravování, některých průmyslových odpadů. Dále je možné zpracovat bioodpady z údržby zeleně (vyjma dřeva), z domácností a zahrad, z pekáren, lihovarů, pivovarů, masokombinátů, ze supermarketů, kejdu, hnůj, podestýlku a další. V neposlední řadě také cíleně pěstovanou biomasu [47].

Při anaerobní digestaci vznikají tři základní produkty:

- bioplyn – palivo,
- digestát – fermentovaný zbytek z provozu BPS využitelný jako organické hnojivo v případě, že splňuje limity cizorodých látek,
- perkolát – využitelné jako tekuté hnojivo

Použití digestátu a perkolátu jako hnojiva je podmíněno splněním podmínek, které jsou dány právními předpisy, konkrétně vyhláškou 341/2008 Sb., Vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a o změně vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, (vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady) [17].

Anaerobní digesce prochází 4 fázemi, které jsou ve zkratce nastíněny v rozpisu níže a rovněž v obrázku (obrázek 10) [48]:

1. Hydrolýzní fáze

je fází rozkladu rozpuštěných i nerozpuštěných polymerů. Přítomný kyslík je postupně spotřebováván aktivitou anaerobních bakterií. Vlhkost musí být vyšší než 50 % a je pro činnost velmi důležitá [49].

2. Acidogenní fáze

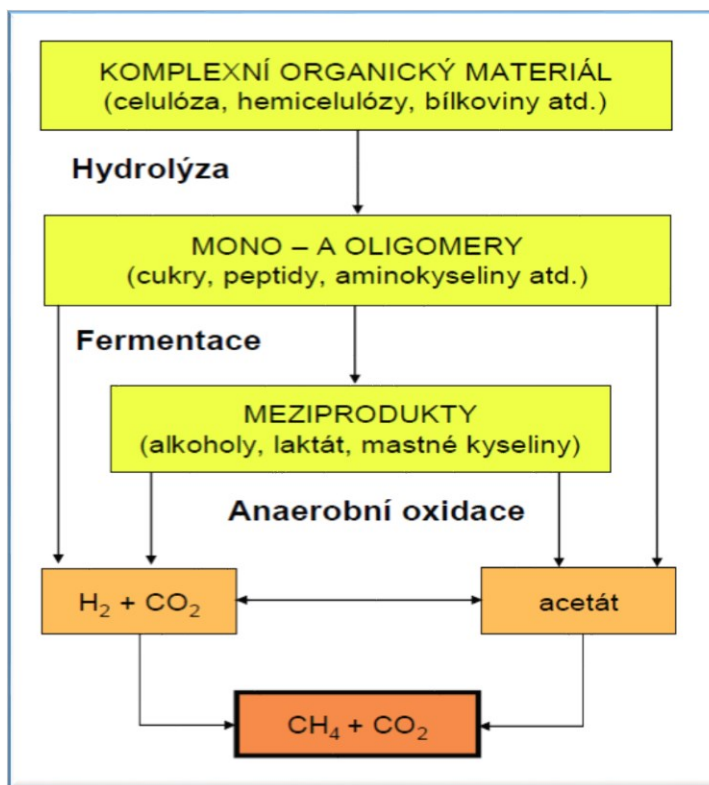
tvorba organických kyselin na mastné kyseliny (acidogenní bakterie transformují produkty hydrolýzy). Dochází k dokončení bezkyslíkatého prostředí [49].

3. Acetogenní fáze

tvorba kyseliny octové. Mastné kyseliny se transformují na vodík, oxid uhličitý a kyselinu octovou. Ve druhé a třetí fázi roste kyselost prostředí [49].

4. Metanogenese

limitujícím faktorem procesu jsou methanogenní organismy. Hydrogenotrofní mikroorganismy transformují vodík, oxid uhličitý na metan. Acetotrofní mikroorganismy transformují kyselinu octovou na metan a oxid uhličitý [49].



Obrázek 10 - Anaerobní fermentace [48]

Zdroj: Hospodaření a manipulace s odpady ze zemědělství a venkovských sídel

Anaerobní proces ovlivňuje několik faktorů. Limity a požadavky jednotlivých faktorů je důležité dodržet z důvodu správného průběhu celého procesu. Faktory jsou následující:

Teplota

- psychrofilní – v rozpětí od 5 °C do 25 °C,
- mezofilní – v rozpětí od 30 °C do 45 °C,
- termofilní – v rozpětí od 50 °C do 60 °C [50]

Hodnota PH

- nejoptimálnější je hodnota 6,5-7,5 [50]

Přítomnost inhibujících látek a toxických látek

- jde o látky, které nepříznivě ovlivňují biologický proces[50]

Zaopatření živin

- pro růst buněčné stavby metanových bakterií je potřebný správný poměr uhlíku a dusíku, minerálních látek a stopových prvků[50]

Vlhkost prostředí

- minimální vlhkost je 50 %, při této vlhkosti se metanové bakterie množí a pracují

Zabránění přístupu vzduchu

- metanové jsou ryze anaerobní, proto pokud je v substrátu obsažen kyslík, je spotřebován aerobními bakteriemi

Zabránění přístupu světla

- světlo brzdí množení metanových bakterií

Odplyňování substrátu

- přebytek vzniklého plynu brzdí anaerobní proces

Zatížení vyhnívajícího prostoru

- stanovení maximálního množství sušiny na m³ za den lze dodat do fermentoru tak, aby nedošlo k zastavení procesu

Rovnoměrný přísun substrátu

- zajištění rovnoměrného přísunu substrátu a zamezení k přetížení fermentoru

Samotný proces anaerobní fermentace probíhá v tzv. fermentoru, v jakémsi srdci bioplynové stanice. Fermentoru je věnována velká pozornost, protože při procesu mohou vznikat agresivní složky, které mohou narušit povrch [51].

Fermentory jsou dvojího typu, na suchou fermentaci a na mokrou, která je nejčastěji používaným způsobem fermentace [49].

Pro mokrou fermentaci jsou využívány fermentory s vertikální osou – válcové, s horizontální osou – tubusové. Dále kulové, polokulové vejčité nebo s konickým dnem a rovněž s rovným dnem. Rozlišují se i podle umístění k úrovni terénu. Existují fermentory nadzemní či podzemní nebo částečně zapuštěné v terénu. Stavějí se většinou z plynotěsného železobetonu, kovu a plastu [49].

Materiál, který je vkládán do fermentoru, mívá sušinu do 12 %. V praxi to znamená, že materiály, které mají vyšší podíl sušiny, se musí ředit. Využívá se k tomu procesní voda nebo kejda [52].

Suchou fermentaci lze rozdělit podle obsahu sušiny v materiálu na suchý proces. V tomto se obsah sušiny pohybuje mezi 25-45 %. V procesu vysokosušinovém je to nad 40 % sušiny. Pro tento typ fermentace se používají fermentory garážového typu nebo koš krytý tepelně izolovaným zvonem. Dalším je válcová kontinuální fermentační jednotka. Fermentor je plněn čelním nakladačem [52].

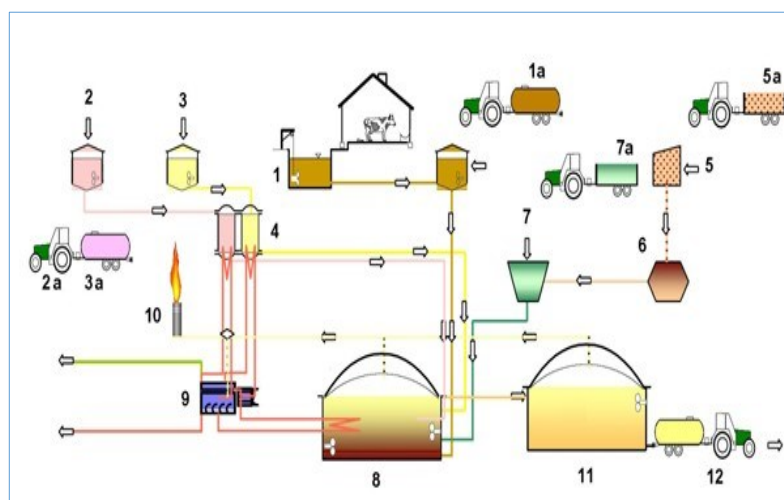
Ve vyrovnávacích plynojemech probíhá skladování bioplynu. Poté dochází k čištění a úpravě, tak aby vznikl biometan, který je palivem kogeneračních jednotek. Úpravou se rozumí odstraňování oxidu uhličitého, sulfanu a případně dalších příměsí. Oxid uhličitý snižuje energetický potenciál bioplynu a může způsobovat korozi. Při vysoušení se bioplyn ochladí v zařízení, které pracuje na principu tepelného čerpadla. Dojde k odloučení kondenzátu a opětovným zahřátím se sníží relativní vlhkost [49].

Nejčastěji je bioplyn využíván jako jiná plynná paliva:

- přímé spalování – topení, ohřev užitkové vody, chlazení,
- výroba elektrické energie, ohřev teplotnosného média, tzv. kogenerace,
- trigenerace – výroba elektrické energie, chladu, ohřev teplotnosného média
- pohon spalovacích motorů, turbín,
- neenergetické využití,
- využití v palivových článcích [37]

Nejefektivnější využití bioplynu je způsob, kdy je bioplyn spalován v kogenerační jednotce ve spojení s výrobou tepla a energie.

Na závěr kapitoly je vhodné uvedení typů zařízení, ve kterých se bioplyn produkuje, tedy tzv. bioplynových stanic. Jak bioplynová stanice vypadá, je možné vidět na následujícím schématu (obrázek 11).



Legenda: 1- kejda ze stáje, 1a- kejda přivážená z okolních zemědělských podniků, 2 - příjem jatečních odpadů, 3 - příjem kuchyňských odpadů, 4 - tepelná úprava rizikových substrátů 2 a 3, 5 - příjmové místo zrnin, 6 -mechanická úprava zrnin (mačkání, drcení, šrotování), 7 - příjem a úprava zelené biomasy, 8 - fermentor se střešním plynojemem 9- kogenerační jednotka, 10 - hořák zbytkového plynu, 11- zásobní jímka na digestát, 12 - odvoz digestátu jako hnojiva

Obrázek 11 – Schéma bioplynové stanice [50]

Zdroj: Možnosti výroby a využití bioplynu v ČR.

BPS je možné rozdělit z několika hledisek:

1. Podle druhu zpracovaného materiálu
 - zemědělské bioplynové stanice,
 - čistírenské bioplynové stanice,
 - ostatní bioplynové stanice [39]
2. Podle způsobu plnění fermentoru
 - kontinuálním,
 - semikontinuální,
 - diskontinuální [50]
3. Podle konzistence substrátu (podle podílu sušiny)
 - zpracování tuhých materiálů
 - zpracování tekutých materiálů [50]

4.4 CEMENTÁRNY A VÁPENKY

ČR má značné zkušenosti právě s používáním TAP v cementárnách. Využívání náhradních paliv a odpadů v cementářských pecích se objevuje v 80. letech 20. století [43]. Odpady a náhradní paliva jsou využívány nejen energeticky, ale i materiálově. Společné zpracování nebo-li „co-processing“ nahrazuje přírodní nerostné suroviny a také fosilní

paliva ve výrobním procesu cementárny. Tento systém je důležitý i z hlediska trvale udržitelného rozvoje (TUR). Právě snižování spotřeby nerostných surovin napomáhá k maximálnímu snížení ekologické stopy [41].

Jedny z prvních alternativních paliv byly v cementárnách využívány odpadní oleje. Toto spalování bylo důležité, neboť potvrdilo že, linky v cementárnách dokáží bez nebezpečí vzniku dioxinů zpracovat polychlorované bifenyly. Dalším klasickým palivem se staly použité pneumatiky. U nich jako u prvních došlo nejen k energetickému, ale také k materiálovému využití [41]. Pneumatiky začaly využívat provozy Mokrá a Čížkovice [43].

Vysušené městské čistírenské kaly byly také v jedné etapě zkoušeny, zejména z důvodu získání zkušeností ohledně chování některých stopových látek. Šlo zejména o prvky rtuti a thalia. Kaly se řadí k palivům s výhřevností do 10 MJ/kg [41].

Svým prozkoušením prošla i zařízení na spalování masokostních produktů. I zde bylo zjištěno, že toto palivo má využití vyšší než bylo původně předpokládáno [41].

Zajímavým alternativním palivem, které se zkoušelo, bylo aditivní palivo z ropných kalů se smíšeným uhelným multiprachem. Kaly se ze slečových rybníků odtěžují za pomoci bagrů s dlouhými výložníky. S jemně mletým sušeným uhlím se míchají z důvodu jeho vysoké adsorpční schopnosti, která je vyšší než u jiných obdobných materiálů přibližně stejně velkých částic. Přes kladivový drtič se odpady z kontejnerů přemístí do násypek a dále do mísícího zařízení. Do nich je dávkován uhelný prach s dalšími aditivy, vápnem, vápencem. Po dokončení homogenizace je výsledný produkt, Kormul, vyhrnován do návěsů či kontejnerů. Tento produkt byl sypký nebo briketovaný. Došlo tímto k zlikvidování ekologických zátěží v okolí Kolína [41, 46].

Současnost patří TAP, tedy palivům na bázi plastů, papíru, textilu a ostatní látky, které lze spálit a jejichž frakce jsou podobné těm z tříděného KO. Určité rozdíly jsou ale zřejmé. Z průmyslových odpadů jsou vyráběny TAP s vyšší stabilitou než z KO.

Samotný vývoj využívání alternativních paliv odpadů v cementárnách a vápenkách je zřejmý na následující tabulce (tabulka 6). Pro statistiku jsou do kapalných alternativních paliv a odpadů započítány např. odpadní oleje, odpadní ředidla, surový odpadní benzín, atd. Jako obnovitelné zdroje energie jsou uvažovány čistírenské kaly, kafilerní tuk a další. V pneumatikách je uvažováno s celými, ale i s drcenými. Dále pak

TAP pryže, atd. Pod tuhými aditivními palivy jsou zahrnuty sludge, Kormul, paliva, odpady z lagun apod. K TAP se započítávají kupříkladu ASAPAL, RUMPOLD, TTS O, Lafarge aj. Průmyslový a jinam nezařazený odpad se započítává u položky odpad [43].

Tabulka 6 – Využívání alternativních paliv a odpadů v cementárnách a vápenkách [43]

	Tuhá alternativní paliva	Tuhá aditivní paliva	Pneumatiky	Kapalná alternativní paliva	OZE	Odpad	Celkem tuny	Celkem energie v palivu
rok	tuny	tuny	tuny	tuny	tuny	tuny	tuny	TJ
1997	70	0	13 709	6 815	0	0	20 594	561 618
1998	75	0	15 316	22 433	0	0	37 824	1 036 236
1999	3 489	1 069	18 242	20 312	0	0	43 112	1 148 205
2000	7 191	9 829	22 517	26 939	21	0	66 497	1 721 110
2001	9 856	15 029	27 640	36 387	1 574	0	90 486	2 345 216
2002	22 211	13 579	27 101	10 979	4 110	0	77 980	1 901 382
2003	31 850	14 521	27 918	11 101	5 144	0	90 534	2 201 627
2004	51 537	18 562	36 796	15 458	29 015	0	151 368	3 535 648
2005	68 704	12 923	42 893	21 703	41 283	0	187 504	4 445 136
2006	66 111	19 780	37 319	18 842	32 657	0	174 708	4 199 668
2007	104 510	18 711	38 127	12 512	21 045	0	194 904	4 556 955
2008	107 131	20 620	44 411	14 870	32 732	0	219 764	5 025 604
2009	146 142	18 844	44 902	8 128	27 528	0	245 543	5 597 459
2010	165 010	19 680	45 537	6 130	16 351	0	252 708	5 531 634
2011	180 307	16 406	50 756	5 837	15 246	0	268 552	5 662 907
2012	203 198	27 447	47 252	5 247	13 332	0	296 476	5 885 365
2013	176 260	28 655	49 064	2 678	17 485	0	274 142	5 575 666
2014	232 674	32 479	34 134	6 713	20 273	10 385	336 658	6 975 079
2015	261 021	29 044	46 892	5 791	19 422	10 336	372 506	7 781 882
2016	279 822	14 227	66 977	10 995	18 196	6 552	396 769	8 938 830
2017	290 983	18 136	57 702	11 824	11 329	5 213	395 187	8 755 974

Zdroj: MPO – tabulka autora

U TAP je nárůst využívání v cementárnách a vápenkách od roku 1997 k roku 2017 o 290 913 tun. Tuhá aditivní paliva se začala využívat až v roce 1999, kdy bylo využito 1 069 tun. Při srovnání s rokem 2017 jde o nárůst o 18 136 tun. Využívání pneumatik bylo již od roku 1997 využíváno poměrně v hojném množství, a to 13 709 tun. V roce 2017 to bylo 57 702 tun, což je o 43 993 tun více [43].

Kapalná a alternativní paliva a odpady mají značně kolísající způsob využívání. V roce 1997 bylo využito 6 815 tun. V roce 2001 36 387 tun, ale hned od následujícího roku byl výrazný pokles využívání tohoto druhu paliva. Rok 2016 a 2017 zaznamenal mírný nárůst, který se pohyboval v přibližné výši využití zaznamenané přibližně v roce 2003 [43].

Obnovitelné zdroje energie začaly být využívány v roce 2000. Tento rok bylo využito cca 21 tun. Nejvyšší využití OZE bylo v roce 2005. Jednalo se o cca 41 tis. tun. Od tohoto roku nastal kolísající pokles, který v roce 2017 skončil na cca 11 tis. tun, které byly u OZE využity [43].

Odpad se svými cca 10 tis. tunami v roce 2014 a přibližně 5 tis. tunami patří k palivům s nejnižším využitím v uvedených zařízeních [43].

Je tedy patrné, že TAP patří k nejvíce využívaným palivům v cementárnách a vápenkách v ČR.

V rotační peci (obrázek 12) cementárny, kde je teplota až 1 500°C dojde k využití TAP. Do útroby pece dosahuje hořák cca 6 metrů. V plameni teplota dosahuje až na 2 100°C a jeho délka může být až 15 metrů. Alternativní paliva se spolu se standardním palivem spalují na hlavním hořáku. Samostatně je možné je spalovat v pomocném hořáku. Pece, vybavené předkalcinátorem umožňují spalovat paliva i s nadávkovaným standardním palivem přímo v hořáku předkalcinátoru [41].

Právě podmínky v cementářských pecích umožňují spalovat TAP i odpady ve velmi širokém rozsahu, s různými vlastnostmi. Riziko pro životní prostředí vlastně není. Celý proces výroby je bezodpadový, neboť nespálitelná část se navazuje do cementářského slínku. Z pecí vychází jako šedé kuličky a je základem pro výrobu cementu [54].



Obrázek 12 – Českomoravský cement a.s. – rotační pec Radotín [54]

Zdroj: SUEZ Využití zdrojů a. s.

K význačným cementárnám ČR patří následující firmy. Českomoravský cement, a. s. se svými závody Mokrá a Radotín – Králův Dvůr. Dále firma Holcim (Česko) a. s., člen koncernu, Prachovice. U této firmy přechází vlastnictví na společnost Cemex CZ, s. r. o.; Další cementárnou je Lafarge Cement, a.s. v Čížkovicích a Cement Hranice, a.s. [41]

Cementárny v regionu divize Čechy nasmlouvaly s firmou SUEZ odběr TAP.

- Lafarge Cement a.s.
rok 2016: objednávka 2 000 t/rok
rok 2017: navýšení dodávek na 5 000 t/rok
- Českomoravský cement a.s.
rok 2016: objednávka 800 t/rok
rok 2017: navýšení objednávky na 2 400 t/rok
- CEMEX Prachovice)
rok 2016: objednávka 5 000 t/rok
rok 2017: objednávka 8 000 t/rok [54]

Na příkladu cementárny firmy Českomoravský cement, a.s., je možné ukázat, jakým směrem se toto odvětví ubírá. Snahou je náhrada primárních fosilních paliv alternativními zdroji. Odpad je touto firmou značně využíván, protože termické zpracování a následné, jak energetické, tak materiálové využití, lze považovat za daleko lepší

a bezpečnější způsob likvidace odpadu. Používání alternativních paliv je v naprosté shodě se schválenými technikami cementářského odvětví.[55]

Na níže uvedené tabulce je patrné, jakým směrem se ubírá udržitelný rozvoj firmy:

Tabulka 7 – Udržitelný rozvoj firmy Českomoravský beton, a. s. [55]

Firma	Hlavní ukazatel	Cíle 2012	Výsledek 2014	Plnění cílů	Cíle 2020
ČMC	Podíl (tepelný) alternativních paliv	22,00%	62,50%	☑	30,00%
ČMC	Podíl (tepelný) biomasy	6,00%	24,00%	☑	9,00%
ČMC	Podíl alternativních materiálů v surovině	11,00%	3,00%	X	12,00%
ČMC	Náhrada slínku v cementech	25,00%	21,00%	X	30,00%

Zdroj: Českomoravský cement, a.s. – tabulka autora

Firma uvádí i procentuální podíl alternativních paliv za několik posledních let:

- 2011 58,3%,
- 2012 60,9%,
- 2013 65,2%,
- 2014 64,5% [55]

Rovněž monitorování emisí dokladuje, že využívání alternativních paliv nemá vliv na zdraví ať již zaměstnanců, tak okolí. Obecně lze tedy konstatovat, že využívání odpadů v cementárnách má příznivý vliv na odpadové hospodářství, jelikož je daleko hospodárnější než spalování odpadů ve spalovnách, případně skládkování. Příznivě se odráží i v ekologii. [55]

5 ZÁVĚR

Otázka odpadů a jejich zpracování a využití je v popředí zájmu EU a potažmo všech jejích členských zemí. Nejinak je tomu i v ČR. Samozřejmě na vrcholu snahy je samotné předcházení vzniku odpadu, což je v současnosti velmi obtížné, protože civilizace se velmi rychle vyvíjí. Její vývoj sebou přináší obrovské množství odpadů. Hledají se způsoby, jak odpady co nejvíce využívat, a to jak materiálově, tak energeticky. Nestačí jenom způsoby najít, ale je potřebné jim dát řád, který je zakotven v právu EU i členských zemí, tedy i v právním řádu ČR.

V rámci této bakalářské práce byly vyzdviženy právní předpisy související s energetickým využíváním odpadů. To má své podmínky a jasně dané technologie. Nelze si tedy představit, že se nashromážděný odpad ve stávajícím stavu vezme a vhodí do jakéhosi zařízení, z něhož vyjde energie. Je zapotřebí, aby odpad prošel určitými fázemi úprav, a teprve poté ho lze energeticky, případně materiálově, využít. Vývojem tohoto způsobu zpracování se zabývá kapitola 2 této bakalářské práce.

Následující kapitola řeší zmíněné technologie EVO. Vyzdvihuje úpravu a využití odpadů také na certifikovaný produkt TAP. Zhodnocuje spalovny a ZEVO jako jednu z potenciálních možností využití odpadu. I přes určité problémy s názory veřejnosti na uvedená zařízení lze zkonstatovat, že tento způsob je perspektivní. Je potřeba věnovat určitou péči při objasňování technologie před veřejností. Poskytovat jí relevantní informace tak, aby byla schopna utvořit si vlastní názor na tento způsob využívání odpadu.

Další částí kapitoly je vysvětlení výroby bioplynu jako jednoho z obnovitelných zdrojů energie. Bioplynové stanice jsou na rozdíl od ZEVO v ČR hojně zastoupené. Je vhodné tento směr stále podporovat a věnovat výstavbám BPS zvýšený zájem, aby jejich provoz byl bezproblémový a dokázaly produkovat dostatečné množství bioplynu, který má poměrně široké využití.

Spoluspalování odpadu a především využívání TAP je velmi zřetelné v provozech cementáren. Právě zde TAP zajišťuje téměř bezodpadový proces výroby. Závěrem lze tedy říci, že přínos EVO pro ČR, její obyvatele i průmysl je značný a má velkou budoucnost. Musí se vhodně zapracovávat do legislativy, prezentovat veřejnosti a zajišťovat správnou výstavbu a fungování všech zařízení pro technologie energetického využívání odpadu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. ČESKO. Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech, ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů*
2. Sosna, Daniel a Brunclíková, Lenka. ODPAD POHLEDEM SPOLEČENSKÝCH VĚD: METODICKÁ PŘÍRUČKA. Plzeň: Katedra antropologie Fakulta filozofická Západočeská univerzita v Plzni, 2015. 978-80-261-0472-8.
3. Ministerstvo životního prostředí. *Plán odpadového hospodářství ČR 2015–2024*. [online] Praha: 22. 12. 2014 [cit. 2019-02-20] <https://www.databaze-strategie.cz/cz/mzp/strategie/plan-odpadoveho-hospodarstvi-cr-2015-2024>
4. ŠEJVL, Radovan: Energie z odpadů I. *Biom.cz* [online]. 2013-03-18 [cit. 2019-02-27]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/energie-z-odpadu-I>>. ISSN: 1801-2655.
5. ČESKO. Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů*
6. ČESKO. Zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů*
7. ČESKO. Vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, v aktuálním znění. In: *Sbírka zákonů*
8. ČESKO. Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů. In: *Sbírka zákonů*
9. ČESKO. Zákon č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie In: *Sbírka zákonů*
10. Ministerstvo průmyslu a obchodu. *Národní akční plán pro energii z obnovitelných zdrojů* [online]. 2010 [cit. 2019-02-06] Dostupný z: <http://www.mpo.cz/dokument79564.html>
11. Ministerstvo průmyslu a obchodu. *Státní energetická koncepce České republiky (2015)* [online]. 2010 [cit. 2019-02-06] Dostupný z: <https://www.databaze-strategie.cz/cz/mpo/strategie/statni-energeticka-koncepce-ceske-republiky-2015>
12. Department 32400. *Státní energetická koncepce*. [online]. 2015-08-06 [cit. 2019-02-06] Dostupné také z: <https://www.mpo.cz/dokument158059.html>
13. ČESKO. Vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady In: *Sbírka zákonů*

14. ČESKO. Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. In: *Sbírka zákonů*
15. ČESKO. Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákon. In: *Sbírka zákonů*
16. ČESKO. Vyhláška č. 83/2016 Sb., Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších předpisů In: *Sbírka zákonů*
17. ČESKO. Vyhláška č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady In: *Sbírka zákonů*
18. *Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008 ze dne 19. listopadu 2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic (Text s významem pro EHP)* [online]. 2008-11-22 [cit. 2019-01-06] Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?qid=1549105858749&uri=CELEX:32008L0098>
19. *Směrnice 2018/851/EU, kterou se mění směrnice 2008/98/ES o odpadech.* EU: [online]. 2018-06-14 [cit. 2019-01-06] Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?qid=1549106958886&uri=CELEX:32018L0851>
20. *Narřízení (ES) č. 2150/2002 o statistice odpadů EU.* [online]. 2016-11-7 [cit. 2019-01-06] Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=LEGISSUM:I28082>
21. *Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/12/ES ze dne 5. dubna 2006 o odpadech* 2018-06-14 [cit. 2019-01-06] Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex:32006L0012>
22. Ministerstvo průmyslu a obchodu. *Energie z odpadů výzva pro 21. století.* [online]. 2010-01-25 [cit. 2019-02-06]. Dostupné <http://wasten.cz/wp-content/uploads/2018/03/EnergieZOdpadu.pdf>
23. KOUTNÝ, Roman: Termické využití separátu po anaerobní fermentaci biologicky rozložitelných odpadů. *Biom.cz*[online]. 2010-01-25 [cit. 2019-01-06]. Dostupné z: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/termicke-vyuziti-separatu-po-anaerobni-fermentaci-biologicky-rozlozitelnych-odpadu>>. ISSN: 1801-2655.
24. ČSÚ [Český statistický úřad]. *Produkce, využití a odstranění odpadu a produkce druhotných surovin - v roce 2015*[online]. 27. 10. 2016 [cit. 2018-12-28]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/cr/produkce-vyuziti-a-odstraneni-odpadu-a-produkce-druhotnych-surovin-v-roce-2015>

25. ČSÚ [Český statistický úřad]. *Produkce, využití a odstranění odpadu a produkce druhotných surovin - v roce 2016*[online]. 01. 11. 2017 [cit. 2018-12-28]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/cri/produkce-vyuziti-a-odstraneni-odpadu-a-produkce-druhotnych-surovin-v-roce-2016>
26. ČSÚ [Český statistický úřad]. *Produkce, využití a odstranění odpadu a produkce druhotných surovin - v roce 2017*[online]. 31. 10. 2018 [cit. 2018-12-28]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/cri/produkce-vyuziti-a-odstraneni-odpadu-a-produkce-druhotnych-surovin-v-roce-2017>
27. Eurostat. *Generation of waste by waste category*. [online]. 18. 12. 2018 [cit. 2018-12-20]. Dostupné z: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_wasgen&lang=en
28. Eurostat. *Komunální odpad vznikl v roce 2016, kg na obyvatele*. [online]. 01. 07. 2018 [cit. 2018-12-20]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Municipal_waste_statistics
29. *EVO Komořany: Energetické využívání odpadů* [online]. Komořany: ČEZ [cit. 2019-01-09]. Dostupné z: <http://www.evokomorany.cz/index.php/technologie/energeticke-vyuzivani-odpadu>
30. KOŘÍNEK, R; TUŠIL, P.: Spalování odpadů a výroba tuhých alternativních paliv. *Odpadové fórum: Odborný měsíčník o odpadech a druhotných surovinách*, říjen 2006, roč. 6, č. 10, s. 17–20
31. *Skupina ČEZ: Co je ZEVO* [online]. Praha: ČEZ, 2018 [cit. 2019-01-09]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/zevo/co-je-zevo.html>
32. NOVÁK, Jan. Výhřevnosti paliv. *TZB-info - stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov* [online]. Praha: Topinfo, 2019 [cit. 2019-01-10]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/11-vyhrevnosti-paliv>
33. ČSN EN 15359 *Tuhá alternativní paliva – Specifikace a třídy*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
34. *Spalovna směsného komunálního odpadu*. Praha: Pražské služby, a. s. [online] [cit. 2019-02-20] Dostupné z: http://old.vscht.cz/uchop/udalosti/skripta/1ZOZP/odpady/spalnal/spalovna_CZ.pdf
35. České vysoké učení v Praze, fakulta strojní. *Odborné posouzení možností spalování odpadu o velmi nízké výhřevnosti*. [online] Praha: 2016 [cit. 2019-02-20]

- <http://www.caoh.cz/data/article/odborne-posouzeni-moznosti-spalovani-odpadu-o-velmi-nizke-.pdf>
36. EY Building a better working word. *4.6 Analýza přechodu komunálního odpadu (skupina 20 Katalogu odpadů) na palivo z odpadu*. [online] rok 2015 [cit. 2019-02-05] Dostupné z:
[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/projekty_po8_opzp_2007_2013/\\$FILE/ODP-4_6_MZP_FIN-20160810.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/projekty_po8_opzp_2007_2013/$FILE/ODP-4_6_MZP_FIN-20160810.pdf)
37. HLAVATÁ, Miluše. *Odpadové hospodářství*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2004. ISBN 80-248-0737-8.
38. KROPÁČ, Jiří. Využívání alternativních paliv v cementárnách snižuje celkové emise ze spalování. *Odpadové fórum*. 2015, **2015**(4), 1. ISSN 1212-7779.
39. Energetické využití odpadů. Praha: Odpad je nevyčerpatelný zdroj energie, 2010. ISNB 978-80-85990-15-7.
40. SUEZ Využití zdrojů a.s. (příloha 5)
41. JUNGMAN, Jiří a Jan GEMRICH. Využívání alternativních paliv v cementárnách snižuje celkové emise ze spalování. *Odpadové fórum*. 2015, **2015**(4), 4. ISSN 1212-7779.
42. Ministerstvo průmyslu a obchodu. *Statistika energetického využívání odpadů a alternativních paliv 1989–2016*. [online] Praha: květen 2017 [cit. 2019-02-20]
<https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/statistika/obnovitelne-zdroje-energie/2017/5/Statistika-EVO-2016.pdf>
43. Ministerstvo průmyslu a obchodu. *Statistika energetického využívání odpadů a alternativních paliv 1989–2017*. [online] Praha: květen 2018 [cit. 2019-02-20]
https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/statistika/obnovitelne-zdroje-energie/2018/6/Statistika-energetickeho-vyuzivani-odpadu-a-alternativnich-paliv-1989_2017.pdf
44. STRAKA, F. a kol. *BIOPLYN příručka pro výuku, projekci a provoz bioplynových systémů*, 2. rozšířené vydání. GAS, Praha 2006
45. HLAVATÁ, Miluše. *Odpadové hospodářství*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2004, s.132-134. ISBN 80-248-0737-8.
46. *Jak se vyrábí bioplyn?*. In: Bioplyn rozvíjí venkov [online]. Klastř bioplyn, 2019 [cit. 2019-02-22]. Dostupné z: <http://bioplynrozvijivenkov.cz/jak-se-vyrabi-bioplyn/>

47. KÁRA, J., HUTLA P., PASTOREK Z.: *Využití organických odpadů ze zemědělské výroby a venkovských sídel: sběr, třídění a využití organických odpadů: zařízení pro termické zpracování organických odpadů: [metodická příručka MZe ČR. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2008. ISBN 978-80-86884-40-0.*
48. JELÍNEK a kol., *Hospodaření a manipulace s odpady ze zemědělství a venkovských sídel*, Agrospoj, Praha, 2001.
49. BENDA, V. a kol. *Obnovitelné zdroje energie*. 1 vyd. Praha: ProfiPress, 2012, 204 s. ISBN 978-80-86726-48-9.
50. MUŽÍK, O., KÁRA, J.: *Možnosti výroby a využití bioplynu v ČR*. Biom.cz [online]. 2009-03-04 [cit. 2019-03-01]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/moznost-vyroby-a-vyuziti-bioplynu-v-cr>>. ISSN: 1801-2655.
51. Fermentor bioplynové stanice. In: *Agrico* [online]. Třeboň: Agrico, 2019 [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: <https://www.agrico.cz/fermentor-2-308.html>
52. CZ Biom: *Spolehlivá a ověřená technologie bioplynové stanice*. Biom.cz [online]. 2015-09-11 [cit. 2019-03-10]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/spolehliva-a-overena-technologie-bioplynove-stanice>>. ISSN: 1801-2655.
53. LOCHMANN, Jan a Vladimír DRVOTA. *Ropné laguny v Kolíně* [online]. In: 19. 09. 2001, s. 1 [cit. 2019-02-10]. Dostupné z: <https://odpady-online.cz/ropne-laguny-v-koline/>
54. *Tuhé alternativní palivo jako vstupní surovina výrobku Českomoravský cement a.s., SUEZ Využití zdrojů a.s., Španělská 1073/10, Praha Vinohrady, rok 2016. 5.stran* Ing. Jan Roll - specialista, materiály SUEZ
55. *Obchodník roku 2016*, SUEZ Využití zdrojů a.s., Španělská 1073/10, Praha Vinohrady, rok 2016. 17.stran
56. *Zpráva o udržitelném rozvoji, HeidelbergCementv ČR 2014*, [online] Českomoravský cement, a.s., rok 2015 [cit. 2019-02-05] Dostupné z: <https://www.heidelbergcement.cz/cs/tisk-a-media/dokumenty-ke-stazeni>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

BP	bioplyn
BPS	bioplynová stanice
BRKO	biologicky rozložitelný komunální odpad
EVO	energetické využívání odpadů
KO	komunální odpad
NO	nebezpečný odpad
TAP	tuhé alternativní palivo
ZEVO	zařízení pro energetické využívání odpadu

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1- Komunální odpad vzniklý podle zemí v letech 2005 a 2016, tříděný podle úrovně roku 2016 (kg / obyvatele) [26].....	17
Obrázek 2 – Využívání a odstraňování odpadu v letech 2015-2017 [24, 25, 26].....	20
Obrázek 3 – Netříděný odpad [40].....	28
Obrázek 4 – Drtič odpadů v provozu Srní - [40].....	28
Obrázek 5 – Vytríděný průmyslový odpad [40]	29
Obrázek 6 – Nože, nožový drtič [40]	30
Obrázek 7 – Nože u nožového drtiče [40]	30
Obrázek 8 – Frakce průmyslového a komunálního odpadu po druhotné úpravě [40]	31
Obrázek 9 – Smíchaná frakce – TAP	31
Obrázek 10 - Anaerobní fermentace [48]	37
Obrázek 11 – Schéma bioplynové stanice [50].....	40
Obrázek 12 – Českomoravský cement a.s. – rotační pec Radotín [54].....	44
Obrázek 13 – Nožový drtič – nože, pás drtiče	58

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Přehled produkce odpadů za rok 2015, 2016, 2017 (zpracováno podle [24, 25,26])	16
Tabulka 2 – Nakládání s odpady (tuny) [24,25,26]	18
Tabulka 3 – Výhřevnost jednotlivých paliv [32]	22
Tabulka 4 – Vstupní materiálové složky při výrobě TAP [40].....	27
Tabulka 5 – Chemické složení a vlastnosti bioplynu [45].....	35
Tabulka 6 – Využívání alternativních paliv a odpadů v cementárnách a vápenkách [43] ..	42
Tabulka 7 – Udržitelný rozvoj firmy Českomoravský beton, a. s. [55]	45
Tabulka 8- Produkce KO 2016 – kg/ obyvatele.....	57

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Produkce odpadů EU 2016	56
Příloha 2 – Produkce komunálního odpadu pro rok 2016 na obyvatele	57
Příloha 3 – Nožový drtič.....	58
Příloha 4 – Schéma výroby cementu v závodě Radotín.....	59
Příloha 5 – Udělení souhlasu	60

Příloha 1 – Produkce odpadů EU 2016

GEO/TIME	2016
European Union (current composition)	2 535 100 000
Belgium	63 152 384
Bulgaria	120 508 475
Czechia	25 381 426
Denmark	20 981 931
Germany (until 1990 former territory of the FRG)	400 071 672
Estonia	24 277 879
Ireland	:
Greece	:
Spain	128 958 523
France	323 474 270
Croatia	5 277 598
Italy	163 995 048
Cyprus	2 462 503
Latvia	2 532 684
Lithuania	6 644 315
Luxembourg	10 130 076
Hungary	15 908 288
Malta	1 971 241
Netherlands	141 024 020
Austria	61 225 037
Poland	182 005 677
Portugal	14 739 135
Romania	177 557 063
Slovenia	5 517 004
Slovakia	10 606 966
Finland	122 869 183
Sweden	141 625 718
United Kingdom	277 281 039
Iceland	1 067 317
Liechtenstein	502 581
Norway	11 196 593
Montenegro	1 685 006
Former Yugoslav Republic of Macedonia, the	1 424 859
Albania	:
Serbia	48 965 314
Turkey	75 534 645
Bosnia and Herzegovina	:
Kosovo (under United Nations Security Council Resolution 1244/99)	2 855 990

Zdroj: [26]

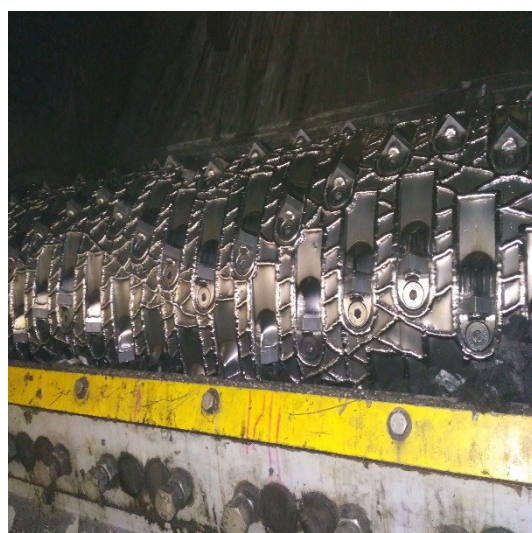
Příloha 2 – Produkce komunálního odpadu pro rok 2016 na obyvatele

Tabulka 8- Produkce KO 2016 – kg/ obyvatele

GEO/TIME	2016
EU-28	483
Romania	261
Poland	307
Czech Republic	339
Slovakia	348
Estonia	376
Hungary	379
Croatia	403
Bulgaria	404
Latvia	410
Belgium	420
Sweden	443
Spain	443
Lithuania	444
Slovenia	466
Portugal	474
United Kingdom	483
Italy	497
Greece	498
Finland	504
France	511
Netherlands	520
Austria	564
Luxembourg	614
Malta	621
Germany	627
Cyprus	640
Denmark	777
Ireland	:
Iceland	656
Switzerland	720
Norway	754

Zdroj: [27]

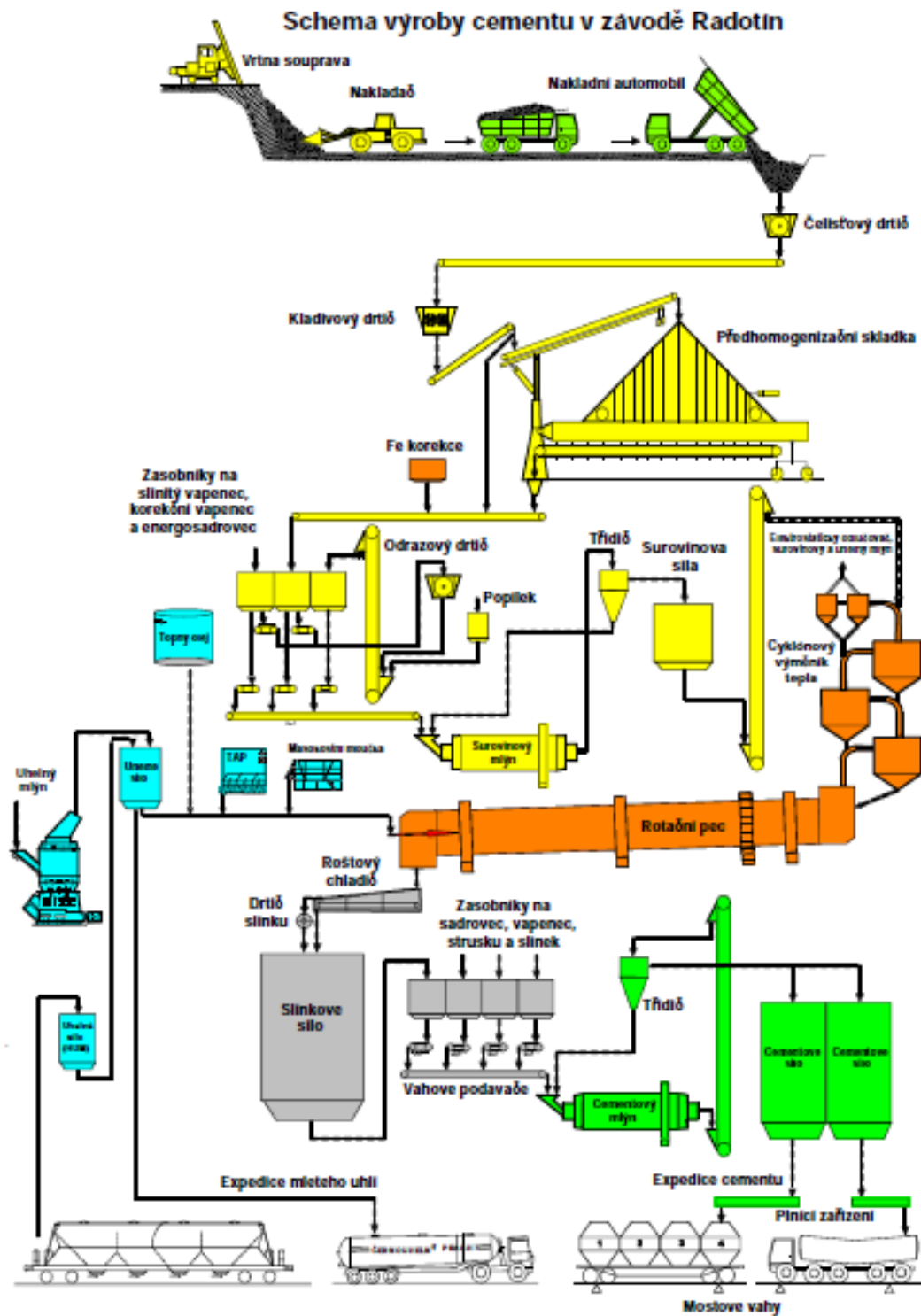
Příloha 3 – Nožový drtič



Obrázek 13 – Nožový drtič – nože, pás drtiče

Zdroj: fotoarchiv autorky

Příloha 4 – Schéma výroby cementu v závodě Radotín



Zdroj: [54]

Příloha 5 – Udělení souhlasu



V Ústí nad Labem , 13.4. 2019

Udělení souhlasu

Prohlášení o udělení souhlasu paní Nikole Willfahrtové k povolení použití technologických údajů, analýz, dat a fotografií pořízených dne 25.3.2019 při prohlídce TAP v Srní a TAP Všebořice pro tvorbu závěrečné bakalářské práce na Vysoké škole báňské - Technické univerzitě Ostrava , Hornicko-geologické fakulty , Katedře environmentálního inženýrství. Dotčené údaje se budou týkat energetického využití TAP.

 **SUEZ** Využití zdrojů a.s.
Divize Čechy
Na Rovném 865, 400 04 Trnávka
IČ: 25638955, tel.: 475 603 949
-2-